

**УКРАЇНА****(19) UA (11) 120708 (13) C2**  
**(51) МПК****B65D 88/28** (2006.01)**B65D 88/54** (2006.01)**B65G 53/58** (2006.01)**B65G 53/66** (2006.01)**МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ****(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2017 05955</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Асмус Рейнхард (DE), Вагнер Еберхард (DE)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>18.12.2015</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>27.01.2020</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>КХД ХУМБОЛДТ ВЕДАГ ГМБХ, Colonia-Allee 3, 51067 Köln, Germany (DE)</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>10 2014 016 871.9</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Соловйова Світлана Олександрівна, реєстр. №98</b>
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>15.11.2014</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 3188144 A, 08.06.1965 DE 2325189 A1, 05.12.1974 WO 2007/072081 A1, 28.06.2007 DE 8901136 U1, 20.04.1989
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: <b>DE</b>	
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>25.09.2017, Бюл.№ 18</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>27.01.2020, Бюл.№ 2</b>	
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: <b>PCT/EP2015/002548, 18.12.2015</b>	

**(54) ЛІЙКА І СПОСІБ ВИРІВНЮВАННЯ ТИСКУ ГАЗУ В НІЙ****(57) Реферат:**

Винахід належить до способу зрівнювання тиску газу в бункері (1) для видалення дрібнозернистого, що розріджується, сипучого матеріалу з бункера і в відповідний бункер (1), в якому бункер (1) має щонайменше один (3) або щонайменше один внутрішній бункер (14). Винахід передбачає зменшення різниці тисків між тиском газу усередині текучого сипучого матеріалу і тиском газу в зовнішньому оточенні або в верхньому просторі силосу за допомогою щонайменше однієї лінії (5) вирівнювання тиску і ін'єкції стисненого газу, переважно стисненого повітря, у внутрішній простір бункера (1) через щонайменше одне сопло (8). Це призводить до більш швидкого і більш рівномірного вирівнювання тиску між тиском газу в об'ємному матеріалі і зовнішнім тиском, що запобігає зрідженню і розрядку сипучого матеріалу.

**UA 120708 C2**

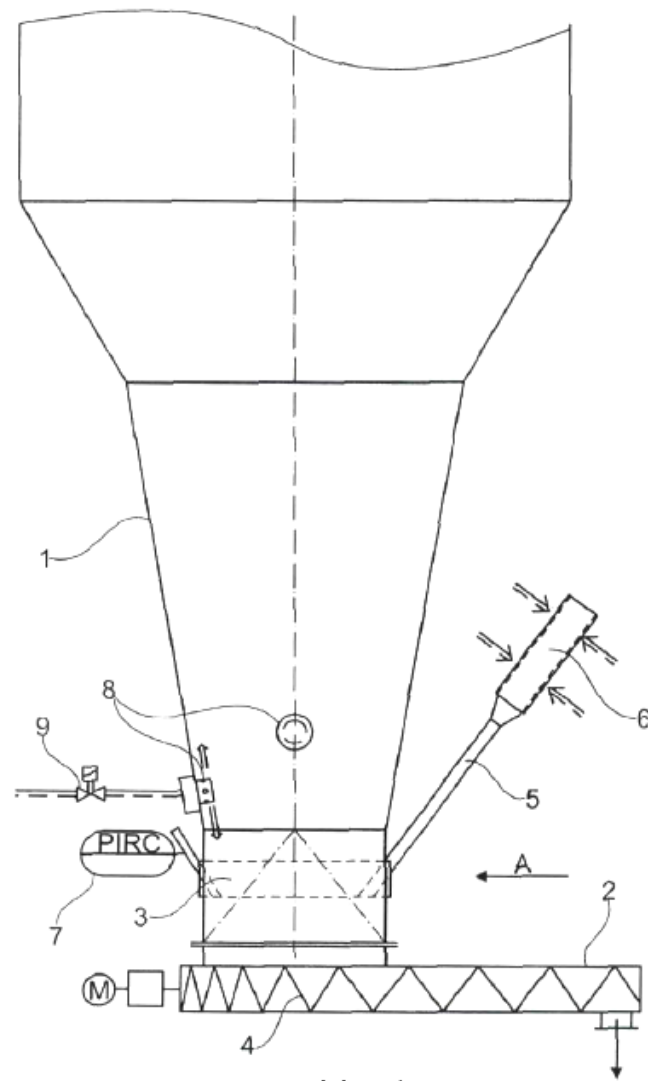


Fig. 1

Даний винахід стосується до способу вирівнювання тиску газу в воронці масового потоку для розвантаження дрібнозернистого, що піддається флюїдизації сипучого матеріалу з силосу, причому воронка масового потоку містить як мінімум один запобіжний штуцер або одну внутрішню воронку. Винахід також відноситься до відповідної воронки масового потоку для розвантаження дрібнозернистого, піддається флюїдизації сипучого матеріалу з силосу, оснащеного як мінімум одним запобіжним штуцером або однієї внутрішньої воронкою.

Для зберігання сипучих матеріалів використовуються силоси. Силоси заповнюються зверху, а випорожнення відбувається через отвір в нижній частині по необхідності, зазвичай шляхом гравітаційного формування вихідного потоку сипучого матеріалу. Розвантаження в основному здійснюється на конвеєрний елемент, такий як, наприклад, багатошнековий конвеєр зі шнеками, у міру того, як відводиться розвантажувальний пристрій, за допомогою якого транспортується сипучий матеріал. В ході спорожнення силосу геометрично і динамічно складні масові потоки утворюються в силосі в залежності від його геометрії, висоти наповнення, насипної щільності, а також типу і складу сипучих матеріалів. На відміну від спорожнення, яке відбувається неконтрольованим чином, щоб вирівняти вихідний потік сипучого матеріалу в плані швидкості вихідного потоку на одиницю часу (а також в плані діапазону коливань таких параметрів, як щільність, розподіл частинок за розміром і пропорція змішування), силоси оснащуються відносно похилими воронками в їх нижній частині. Навіть в разі вихідних ділянок лійкоподібної форми можуть з'являтися обурення на виході. Зокрема, утворення містків з сипучого матеріалу, які проходять через нижню вихідну зону, блокуючи потік, або валів, які дозволяють матеріалу проходити тільки в прямому вертикальному напрямку, перешкоджає рівномірному потоку сипучого матеріалу з силосу. При зберіганні дрібнозернистих зв'язкових сипучих матеріалів, щоб уникнути обурення на виході часто використовуються кошти пневматичної розвантаження [див., наприклад, документ DE 299 00 434 U1; і статтю Дитмара Шульце "Основы и возможности оборудования для хранения сыпучих материалов", частина 5, в журналі "Сипучі матеріали. Інформація про галузь сипучих матеріалів", №6, вересень 1994]. Як правило, повітря подається безперервно за допомогою вентиляційних елементів, що знаходяться в області воронки. Таким чином, тертя об стінки скорочується, а сипучий матеріал розпушується. Однак навіть в таких природно вентиляційних силосах виникають проблеми з потоком матеріалу і відповідні обурення на виході, якщо сипучий матеріал дуже невеликий і виявляє тенденцію до утворення каналів, в яких матеріал рухається на високій швидкості (що також називається "пострілом"). В цьому випадку задуте повітря більше не проходить рівномірно через сипучий матеріал, можуть відбуватися неконтрольовані "постріли", вихідний потік сипучого матеріалу різко коливається, і можуть виникати проблеми з досягненням повного спорожнення силосу, зокрема, якщо силоси мають плоскі днища.

Отже, воронки, що використовуються для вкрай дрібнозернистого сипучого матеріалу, є воронками масового потоку (без природної вентиляції) [див. статтю Дитмара Шульце "Порошкообразные и сыпучие материалы", Берлін / Гейдельберг, 2-е видання, 2009 г., глави 10-11]. Утворення масового потоку під час розвантаження сипучих матеріалів з силосу, в якому весь вміст силосу починає рухатися, є набагато менш проблематичним в плані виникнення збурень потоку, ніж в разі воронкоподібних потоків, коли сипучий матеріал фактично проходить тільки по вертикальній осьовій зоні, в той час як навколо осьової зони відбувається утворення так званих "застійних зон" сипучого матеріалу, і сипучий матеріал, по суті, не рухається. Зокрема, здійснення воронки масового потоку вимагає відповідного нахилу стінок воронки (пристосованого під тип сипучого матеріалу), який в цьому випадку порівняно великий.

Проте, як було зазначено вище, навіть воронки або силоси масового потоку можуть мати обурення на виході. Особливо, може відбуватися явище "пострілів", коли великі вихідні потоки проходять неконтрольованим чином на високій швидкості, і їх неможливо зупинити навіть за допомогою порівняно герметичних розвантажувальних пристроїв, таких як затвори елеваторного колеса і розвантажувальні шнеки. Крім часу витримування сипучого матеріалу в силосі після наповнення, час витримування занадто короткий для вентиляції, і крім використання нерівномірно відведених розвантажувальних пристроїв, виникнення високого негативного тиску в воронці масового потоку є конкретною причиною "пострілів" в силосі масового потоку. Негативний тиск виникає через утворення порожнини в області воронки, тим самим зовнішнє повітря всмоктується в силос проти вихідного потоку сипучого матеріалу. Якщо сипучий матеріал піддається флюїдизації, тобто під час наскрізного потоку повітря він легко переходить в стан, подібний до рідини за властивостями плинності, час вентиляції сипучого матеріалу є недостатнім, і він негайно "вистрілює" як рідина з розвантажувального отвору. Флюїдизація відбувається в разі, якщо сипучі матеріали вкрай дрібнозернисті і мають низьку дійсну густину (густина окремої частки); згідно з класифікацією Гельдarta [Д. Гельдарт, стаття

"Типы флюидизации" в журналі "Порошковая технология", 7, (1973 г.), с. 285-292], сюди входять сипучі матеріали класів А і С (в межах А).

Обурення потоку в формі "пострілу" подібним чином виникає, коли відповідно до концепції "потоку, що розширюється" [А.В. Дженик, "Хранение и поток сухих веществ", періодичне видання 123 Інженерно-технічної випробувальної станції Університету Юти, ред. 1964 / 1980] в силосах комбінується (переважно щодо висоти воронки з урахуванням воронки масового потоку) спочатку менш похилий воронкоподібний потік і похилий масовий потік для з'єднання з останнім в нижній частині.

Слід підкреслити, що описані обурення потоку можуть виникати навіть при наявності запобіжних штуцерів, які по суті є переважними, або внутрішніх воронки. Запобіжні штуцери, такі як запобіжні підкладки [наприклад, описані в DE 2 253 607 A] або вісисиметричні тіла витіснення, що знаходяться вище розвантажувального отвору, здійснюють не тільки

зниження тиску, що діє на вивантажувальні пристрої або конвейерні елементи; в особливості, вертикальний тиск на ділянці воронки, який діє на сипучі матеріали і призводить до отвердіння, також знижується. Крім того, відомо [див. статтю Дітмара Шульце "Порошковые и сыпучие вещества", Берлін / Гейдельберг, 2-е видання, 2009 г., глава 11], що внутрішні воронки встановлюються в воронки силосу, які мають менший нахил і тому по суті не сприяють масовому потоку, через що ділянка потоку потім розширюється і виникає ефект масового потоку; ця концепція також відома як "bininsert" [Дж.Р. Йоханссон, "Контроль форми потоку в бункерах шляхом використання введення", журнал "Поводження з сипучими матеріалами", 2 (1982 г.), с. 495-498].

З цієї причини метою винаходу є спосіб вирівнювання тиску газу в воронці масового потоку для розвантаження дрібнозернистого, що піддається флюїдизації сипучого матеріалу з силосу таким чином, щоб "постріл" вихідного потоку сипучого матеріалу, що виникає в результаті можливого утворення різниці тисків, не відбувався; крім того, мета винаходу включає створення відповідної воронки масового потоку для розвантаження дрібнозернистого, що піддається флюїдизації сипучого матеріалу з силосу з апаратурою для вирівнювання тиску.

Мета винаходу досягається способом вирівнювання тиску газу в воронці масового потоку для розвантаження дрібнозернистого, що піддається флюїдизації сипучого матеріалу з силосу з ознаками пункту 1 і використання воронки масового потоку для розвантаження дрібнозернистого, що піддається флюїдизації сипучого матеріалу з силосу з ознаками пункту 7. Далі вказані корисні удосконалення в залежних пунктах для пункту 1 та в залежних пунктах для пункту 7.

Винахід передбачає зменшення різниці тисків між тиском газу в сипучому матеріалі, що знаходиться в стані потоку, і тиском газу з іншого боку або в верхньому просторі силосу шляхом як мінімум одного зрівняльного трубопроводу і подачею стисненого газу (переважно повітря) у внутрішню частину воронки масового потоку. Відповідним способом для такої воронки масового потоку за відповідним винаходу забезпечується як мінімум один зрівняльний трубопровід для зменшення різниці тисків між тиском газу в сипучому матеріалі, що знаходиться в стані потоку, і тиском газу із зовнішнього боку або в верхньому просторі силосу, а також як мінімум одне сопло для подачі стисненого газу (переважно повітря) у внутрішню частину воронки масового потоку.

Виходячи з пропозиції даного винаходу, тенденції до утворення порожнин, тобто виникнення сильного негативного тиску в області воронки масового потоку і, отже, описаних вище причин "пострілів", що піддається флюїдизації сипучого матеріалу, перш за все, протидіє зрівняльний трубопровід. Нижній відкритий кінець зрівняльного трубопроводу розташовується в штуцерах (запобіжних штуцерах, внутрішніх воронках) в будь-якому місці, через їх геометричну, що зазвичай звужується знизу і розширюється зверху, або повітряопроникну форму; передбачаються заповнені повітрям або газом порожнини, які головним чином не містять сипучі матеріали. У разі ("непострілу") вихідного потоку сипучого матеріалу з силосу разом з тиском газу в сипучому матеріалі і в штуцерах забезпечується негативний тиск по відношенню до атмосферному тиску поза силосу, так як воно також діє в нижній частині на розвантажувальному отворі. Інший верхній кінець зрівняльного трубопроводу проводиться через стінку в іншу сторону силосу. В випадку негативного тиску газу в воронці масового потоку, повітря, додатково для цього також передбачається газ, відсмоктується з цієї частини, в результаті чого відбувається зниження, в оптимальному варіанті - вирівнювання різниці тисків газу між внутрішньою і зовнішньою областями воронки. У разі альтернативної конструкції також допускається, щоб верхній кінець зрівняльного трубопроводу виходив в верхній простір силосу, який не містить сипучі матеріали, коли атмосферний тиск має пріоритет. Доцільно можуть також надаватися кілька таких зрівняльних трубопроводів.

Однак в залежності від робочого стану силосу, зокрема, в залежності від висоти наповнення, щільності і типу сипучого матеріалу, а також від розміру вихідного отвору, процес вирівнювання тиску за допомогою зрівняльного трубопроводу може проходити дуже повільно відносно швидкості процесу збільшення негативного тиску газу в воронці масового потоку. В цьому випадку різниця тисків просто зменшується. Крім того, при динамічній взаємодії зазначених процесів, може також відбуватися тільки локальне значне зменшення різниці тисків, а саме в просторовому середовищі кінця зрівняльного трубопроводу. Щоб уникнути негативного тиску, який надає несприятливий вплив на потік сипучого матеріалу, тиск газу в сипучому матеріалі на початку і на етапі виходу сипучого матеріалу має бути задано досить швидко і рівномірно у всій внутрішній частині воронки масового потоку до тиску навколишнього середовища зовні силосу. У серії випробувань було продемонстровано, що прискорення і стабілізація вирівнювання тиску можуть бути досягнуті за рахунок того, що у взаємодії для забезпечення як мінімум одного зрівняльного трубопроводу, газ (переважно повітря, зокрема, за фінансовими та екологічними міркуваннями) подається періодично або безперервно за допомогою сопел у внутрішню частину воронки масового потоку, виключаючи при цьому виникнення проблем з технологічним потоком, як в природно вентильованому силосі, в зокрема, через наявність меншої кількості повітря. Для цієї мети сопла передбачені на стінці воронки масового потоку і / або на штуцерах (запобіжні штуцери, внутрішні воронки). У разі якщо подача стисненого повітря в окремі сопла регулюється окремо, подача в місцях або в площині максимального негативного тиску газу в сипучому матеріалі може здійснюватися цілеспрямовано з використанням відповідної кількості на одиницю часу. Для залізобетонного силосу з лійкою масового потоку величина і просторовий розподіл негативного тиску, зокрема, знаходяться під впливом фізичних властивостей сипучого матеріалу, розміру вихідного отвору, конструкції розвантажувальних елементів і обсягу вихідного масового потоку.

У разі якщо в воронці масового потоку є як мінімум один частково розширюючийся в нижній частині запобіжний штуцер, наприклад, запобіжна підкладка або вісьосиметричне тіло витіснення, корисне удосконалення способу за даним винаходом забезпечує вимірювання тиску газу як мінімум за допомогою одного манометричного приладу, як мінімум, в одному окремому трубопроводі, який головним чином не містить сипучі матеріали, і запобіжному штуцері, що відкривається у внутрішню частину і, крім того, розташування як мінімум одного зрівняльного трубопроводу передбачено таким чином, щоб нижній відкритий кінець заходив у внутрішню частину запобіжного штуцера, при цьому верхній кінець, що веде до зовнішньої сторони або в верхню частину силосу, переважно закритий шлангом повітропроникного фільтра. Такий шланг фільтра запобігає потраплянню пилу в навколишнє середовище. Аналогічним чином, орієнтація зрівняльного трубопроводу від внутрішньої сторони знизу до зовнішньої сторони зверху обмежує можливий вихід невеликої кількості матеріалу. При вимірах тиску, переважно за допомогою манометричних приладів, щонайменше, в низхідних повітропроникних спрямованих вгору трубопроводах, які головним чином не містять сипучі матеріали і спеціально встановлені для цієї мети, забезпечується надання інформації про умови тиску газу в області воронки масового потоку. Зокрема, зазначені трубопроводи розташовані в області заповнених газом порожнин запобіжних штуцерів, при цьому наявність кількох манометричних приладів або окремих трубопроводів - розподілених не тільки по колу, але і за відповідною протяжності по вертикалі - це найбільш прийнятний для визначення, яке засноване на цьому, відносно того, в яке місце слід подавати певну кількість повітря. За допомогою відповідних манометричних приладів тиск газу також може бути визначено в інших місцях у воронці масового потоку, при цьому, має бути забезпечений захист манометричних приладів від тиску і впливу частинок сипучого матеріалу.

У разі якщо в воронці масового потоку є внутрішня воронка відповідно до концепції "bininsert", корисне удосконалення воронки масового потоку даного винаходу передбачає опору внутрішньої воронки на стінку воронки масового потоку за допомогою як мінімум одного вертикального каналу переважно з подвійними стінками, що звужується у верхній частині і розширюється в нижній, який також оснащений як мінімум одним манометричним приладом переважно як мінімум з однією вимірювальною головкою для вимірювання тиску газу як мінімум в одному вертикальному каналі; а також зрівняльний трубопровід з верхнім і нижнім кінцями, в якому як мінімум один нижній кінець відкритий і встановлений як мінімум один вертикальний канал, а верхній кінець як мінімум одного зрівняльного трубопроводу закритий шлангом повітропроникного фільтра і встановлений з зовнішньої сторони воронки масового потоку або у верхній частині силосу. Таким чином, спосіб за даним винаходом, застосовуваний в даному удосконаленні, характеризується, зокрема, тим, що вимірювання тиску газу відбувається в порожнистій внутрішній частині даного вертикального опорного каналу. Як правило, для

стійкості кілька подібних вертикальних каналів симетрично встановлюються по колу воронки і, таким чином, при вимірюванні тиску в кожному каналі визначення тиску поліпшується за рахунок кращого просторового розподілу. Аналогічно способу, що використовується з запобіжними штуцерами, в разі даного удосконалення способу нижній кінець зрівняльного трубопроводу заходить у внутрішню частину вертикального каналу, в якому встановлені кілька зрівняльних трубопроводів для декількох каналів, також вигідно розташованих для рівномірності процесу вирівнювання тиску.

З урахуванням кількості стисненого повітря, який буде подаватися, і тривалості даної дії, удосконалення винаходу забезпечує контрольовану, переривчасту подачу. При наявності відповідних емпіричних значень, отриманих шляхом випробувань і попередньої експлуатації даної воронки масового потоку, з урахуванням оптимальної кількості газу або повітря, яке буде подано, а також схеми часових проміжків і, додатково, відповідних місць подачі, дані параметри необхідно задавати різним чином за допомогою контролера тільки епізодично - як правило, тільки в разі зміни режиму роботи. Режим роботи змінюється, зокрема, при значній зміні висоти наповнення і пропускної здатності сипучого матеріалу і його типу, складу і фізичного стану. У крайніх випадках буде досить вирівнювання тиску за допомогою зрівняльного трубопроводу. Таким чином, спосіб за даним винаходом, застосований в даному удосконаленні, характеризується переривчастою подачею стисненого газу (переважно повітря) у внутрішню частину воронки масового потоку. Крім того, за допомогою вимірювання тиску газу в сипучому матеріалі, що знаходиться в стані потоку через певні проміжки часу (наприклад, у разі зміни робочого режиму з огляду на зміни висоти наповнення і пропускної здатності сипучого матеріалу), а також за допомогою контролю подачі стисненого газу або повітря пристроєм управління, кількість стисненого газу або повітря, тривалість окремого інтервалу подачі і час між інтервалами щодо вимірюваного значення тиску газу, а також режим роботи контролюються для запобігання флюїдизації сипучого матеріалу, щоб попередні певні негативні значення тиску не були нижче в порівнянні з подальшим ходом роботи. Манометричні прилади в цьому винаході забезпечують безпеку і успішний моніторинг роботи при швидкому і рівномірному зрівнюванні тиску з тиском навколишнього середовища.

Альтернативою контролю процесу подачі є установка контуру управління. В даному корисному удосконаленні винаходу спосіб, запропонований в цьому винаході для вирівнювання тиску газу в воронці масового потоку, за допомогою якого дрібнозернистий, що піддається флюїдизації матеріал розвантажується з силосу, характеризується безперервним вимірюванням тиску газу в сипучому матеріалі, який знаходиться в стані потоку, і управлінням тиском газу в сипучому матеріалі, який знаходиться в стані потоку, за допомогою контуру управління, з тиском газу в якості регулюючої змінної, і вводиться об'ємним потоком стисненого газу, переважно стисненого повітря, чий об'ємний потік може регулюватися як мінімум одним клапаном, як регульованої змінної, причому шукане значення тиску газу встановлюється між верхнім граничним значенням, нижче якого вирівнювання негативного тиску у внутрішній частині воронки масового потоку тільки за допомогою зрівняльного трубопроводу більше не відбувається в достатній мірі швидко і рівномірно, і нижнім граничним значенням, нижче якого відбувається флюїдизація сипучого матеріалу внаслідок порівняно великого негативного тиску, при цьому тиск газу регулюється таким чином, щоб воно ніколи не досягало нижнього граничного значення. Це забезпечує достатнє вирівнювання тиску шляхом регульованої подачі без виникнення навіть невеликого критичного негативного тиску, при якому існує ризик "пострілу" сипучого матеріалу. Переважно, регулятор оснащений дисплеєм і пристроєм запису умов тиску газу в воронці масового потоку. У рідкісних випадках, якщо у воронці масового потоку виникає відносно позитивний тиск, контур управління виконується таким чином, щоб подача стисненого повітря не відбувалася. Вирівнювання тиск здійснюється за допомогою зрівняльного трубопроводу.

Відповідне корисне удосконалення воронки масового потоку даного винаходу передбачає, що на стінці воронки масового потоку і / або запобіжного штуцера, або на внутрішній воронці встановлюється як мінімум одне сопло для подачі стисненого газу, переважно стисненого повітря, у внутрішню частину воронки масового потоку, і як мінімум один клапан встановлюється в кожному соплі для регулювання подачі стисненого повітря в сопло, причому тиск газу в сипучому матеріалі, який знаходиться в стані потоку, як регулюючої змінної і вводиться об'ємний потік стисненого газу в якості регульованої змінної включені в контур управління.

У корисному удосконаленні винаходу спосіб за даним винаходом характеризується подачею стисненого газу, переважно стисненого повітря, у внутрішню частину воронки масового потоку за допомогою безлічі сопів, причому сопла розподілені по стінці воронки масового потоку на

різній висоті по колу і / або перебувають як мінімум на одному запобіжному штуцері або однієї внутрішньої воронки, при цьому подача стисненого повітря в сопла може регулюватися окремо клапанами на кожному соплі. Таким чином, гарантується, що в разі управління розімкненим і замкнутим контуром при кращою подачі в діапазоні найбільшого негативного тиску буде відбуватися прискорене і рівномірне вирівнювання тиску.

Винахід більш детально пояснено з посиланням на наступні малюнки, де:

фіг. 1 воронка масового потоку даного винаходу в поперечному перерізі відповідно до варіанту здійснення із запобіжною підкладкою і силосом відповідно до концепції "потoku, що розширюється";

фіг. 2 компоновка по фіг. 2, повернена на 90° на малюнку, з показаними дилатансійними зв'язками;

фіг. 3 воронка масового потоку даного винаходу в поперечному перерізі відповідно до варіанту здійснення з внутрішньої воронкою;

фіг. 4 схематичний поперечний переріз за спрощеним варіантом здійснення на фіг. 3 по горизонтальній площині А-А.

На фіг. 1 показаний приклад рішення даного винаходу для вирівнювання тиску в воронці масового потоку 1. Силос спроектований відповідно до концепції розширюється потоку, в якому тільки нижня частина виконана у вигляді воронки масового потоку 1. Многошнековий конвеєр 2 з чотирма паралельними розвантажувальними шнеками обраний в якості розвантажувального пристрою для силосу. Над многошнековим конвеєром встановлюється запобіжна підкладка 3 з трикутним поперечним перерізом для скидання тиску на шнеках. У вихідній ділянці шнеки представлені конвеєрними шнеками 4 з наростаючим кроком. Таким чином, як відомо, (дрібнозернистий, піддається флюїдизації) сипучий матеріал рівномірно відводиться по всій довжині подачі шнеків.

У відповідно до даного винаходу, що розширюється донизу зрівняльний трубопровід 5 вводиться в запобіжну підкладку 3 поперечно в осьовому напрямку шнеків. Зрівняльний трубопровід 5 спрямований похило вгору (зазвичай на кілька метрів), отже, коли сипучий матеріал входить в зрівняльний трубопровід 5 в результаті позитивного тиску в області воронки, відносно велика кількість матеріалу не можуть вийти назовні. Крім того, як показано на малюнку, зрівняльний трубопровід 5 може закриватися в верхній частині шлангом повітропроникного фільтра 6, щоб запобігти виходу пилу назовні. Чисте повітря зазвичай всмоктується в воронку масового потоку 1 через шланг фільтра, так як при виході сипучого матеріалу з воронки масового потоку 1 виникає негативний тиск. Позитивний тиск можливо тільки в разі "пострілу".

Тиск газу згідно з даним винаходом вимірюється в районі воронки за допомогою манометричного приладу 7. Якщо вимірюваний тиск падає нижче певного значення, в воронку масового потоку 1 подається невелика кількість стисненого повітря через одне або декілька сопел 8, прикріплених до стінки воронки або запобіжної підкладки 3. Сопла 8 встановлені по колу на різній висоті і, таким чином, повітря подається в область самого низького тиску рівномірно.

Після досягнення певного значення негативного тиску подача повітря в воронку масового потоку 1 відбувається регулярно або, додатково, в задані програмовані часові проміжки. Повітря або інший відповідний газ подається за допомогою максимального відкриття клапана 9 при будь-якому витраті до тих пір, поки тиск газу всередині не зрівняється з тиском навколишнього середовища зовні. Якщо тиск не вимірюється безперервно, як у випадку керування замкнутим контуром, вимірювання тиску газу необхідно провести один або кілька разів як мінімум під час пуску або під час роботи, щоб визначити інтервал для включення сопел і тривалість подачі газу.

На фіг. 2 зображена компоновка силосу по фіг. 1 у вигляді збоку таким чином, щоб можна було розглянути трикутний поперечний переріз запобіжної підкладки 3 і зрівняльного трубопроводу 5. Крім того, зображені так звані дилатансійні зв'язки 10, до яких більше схильні випуску. Дилатансійні зв'язки 10 - зони зниженої насипної щільності в порівнянні з зонами між ними. Це відбувається через те, що сипучий матеріал не виходить з воронки рівномірним потоком, схожим з рідиною, а скоріше зсувається порціями по поверхнях зсуву. Між зазначеними поверхнями трапляються розриви, в результаті яких в зоні зсуву відбувається підвищене розширення (дилатансія). Таке розширення призводить до помпових дій, тобто сипучий матеріал рухається швидше, ніж може подаватися з верхньої частини силосу. Цей ефект тільки посилюється зі зростанням вихідного масового потоку. Отже, при перевищенні критичного показника вихідного масового потоку може утворитися зворотний потік газу, який призведе до флюїдизації дрібнозернистого сипучого матеріалу і, в результаті, до неконтрольованих пострілів. За допомогою вимірювань по даної винахідницької пропозиції

щодо вирівнювання тиску газу негативний тиск в районі воронки можна розсіювати, запобігши, таким чином, потік газу, зворотній потоку сипучого матеріалу.

Як показано на малюнку, в разі силосу, виконаного відповідно до правил розширення потоку, тобто силосу з двома воронками з різним нахилом, нижня воронка якого - воронка масового потоку 1, дилатансійні зв'язки 10 розширюються в бік вертикальної частини силосу. Таким чином, застійні зони 12 виникають у верхній воронці 11 і в зоні переходу з верхньої воронки 11 в вертикальну частину. Сипучий матеріал над застійними зонами рухається практично з однаковою швидкістю у вигляді пробкообразного потоку 13 над поперечним розрізом силосу. Якщо при нестачі рівня наповнення похилі частини опускаються уздовж застійних зон, може виникати позитивний тиск газу. У такому випадку за допомогою управління замкнутим контуром подача повітря через сопла 8 не здійснюється.

На фіг. 3 і пов'язаному з ним у поперечному розрізі на фіг. 4 зображений приблизний варіант здійснення винаходу, в якому замість запобіжної підкладки 3 встановлена внутрішня воронка 14. У цій концепції, відомої як "binsert", зона потоку в воронці і, отже, ефект масового потоку досягаються навіть за допомогою воронок з меншим нахилом  $\beta > \alpha$ . Внутрішня воронка 14 даного винаходу спирається на вертикальні канали 15 з подвійною стінкою. Канали 15 розширюються в нижній частині і звужуються у верхній. У свою чергу, в один або кілька каналів 15 входять зрівняльні трубопроводи 5 для скидання тиску. Зрівняльний трубопровід 5 направляє тиск в верхню частину силосу або може бути приєднаний зовні.

Вимірювання тиску газу згідно з даним винаходом виконується за допомогою вимірювальної головки 7 в одному або декількох вертикальних каналах 15, що підтримують внутрішню воронку 14. Також в цьому варіанті здійснення винаходу для істотного вирівнювання тиску по всьому поперечному розрізу воронки масового потоку 1 на додаток до всмоктуваного повітря навколишнього середовища через сопла 8 подається стиснене повітря. Сопла 8 можуть бути встановлені як на зовнішній стіні зовнішньої воронки масового потоку 1, так і на внутрішній воронці 14.

Перелік посилальних позицій

1 Воронка масового потоку

2 Могошнековий конвеєр

3 Запобіжна підкладка

4 Шнек

5 Зрівняльний трубопровід

6 Шланг фільтра

7 Манометричний прилад

8 Сопло

9 Клапан

10 Дилатансійна зв'язка

11 Верхня воронка

12 Застійна зона

13 Пробкоподібний потік

14 Внутрішня воронка

15 Вертикальний канал

PIRC Регулятор тиску з функцією запису і відображення

## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб вирівнювання тиску газу в лійці масового потоку (1) для вивантаження дрібнозернистого, текучого сипучого матеріалу з силосу, де в лійці масового потоку (1) є принаймні один частково відкритий вниз запобіжний штуцер (3) або принаймні одна внутрішня лійка (14), закріплена як мінімум одним вертикальним, закритим вверх і відкритим вниз каналом (15) до стінки лійки масового потоку (1), який **відрізняється** тим, що зменшення відносного негативного тиску газу в сипучому матеріалі, що знаходиться в стані потоку відносно тиску газу в зовнішньому середовищі або в верхньому просторі силосу, принаймні здійснюють за допомогою одного зрівняльного трубопроводу (5), де принаймні один зрівняльний трубопровід (5) розташований таким чином, щоб його нижній відкритий кінець заходив усередину запобіжного штуцера (3) або принаймні в один вертикальний канал (15), і щоб його верхній кінець виходив назовні або в верхній простір силосу, впорскування газу здійснюють під тиском, переважно під тиском, у внутрішню порожнину лійки масової витрати (1), і



вимірювання тиску газу здійснюють принаймні одним пристроєм для вимірювання тиску (7) принаймні в одному трубопроводі, який значною мірою вільний від сипучого матеріалу і який виходить всередину принаймні одного частково відкритого вниз запобіжного штуцера (3) або принаймні одним пристроєм для вимірювання тиску (7) як мінімум в одному вертикальному, закритому вверх і відкритому вниз вертикальному каналі (15).

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що впорскування здійснюють через певні проміжки часу газу, що перебуває під тиском, у внутрішню порожнину лійки масового потоку (1), вимірювання часових проміжків здійснюють, наприклад, в разі зміни робочого стану, обумовленого висотою заповнення і продуктивністю сипучого матеріалу, тиском газу в сипучому матеріалі, що знаходиться в стані потоку; і управління подачею газу під тиском здійснюють за допомогою пристрою для управління, при цьому, щоб уникнути флюїдизації сипучого матеріалу, кількість палива, що впорскується під тиском газу, тривалість індивідуального інтервалу впорскування і відстань між інтервалами впорскувань для вимірювання значення тиску газу і даного робочого стану контролюються таким чином, щоб, виходячи з досвіду, попередньо встановлене від'ємне значення тиску газу не опускалося нижче заданого значення згодом.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що безперервне вимірювання тиску газу в сипучому матеріалі, що знаходиться в стані потоку, і регулювання тиску газу в сипучому матеріалі, що знаходиться в стані потоку в регулюючому контурі, здійснюють з тиском газу як регулюючої змінної і об'ємною витратою газу, що нагнітається під тиском, об'ємна витрата якого може змінюватися принаймні одним клапаном (9) як регулююча змінна, де задане значення тиску газу встановлюють між верхнім граничним значенням, нижче якого вирівнювання від'ємного тиску у внутрішній частині лійки масового потоку (1) тільки по зрівняльному трубопроводу (5) не відбувається досить швидко і рівномірно, і нижнім граничним значенням, нижче якого відбувається флюїдизація сипучого матеріалу в результаті відносно високого від'ємного тиску, а також

де тиск газу регулюють таким чином, щоб він не опускався нижче нижнього граничного значення.

4. Спосіб за будь-яким з пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що впорскування газу, що знаходиться під тиском, у внутрішню порожнину лійки масового потоку (1) здійснюють за допомогою декількох сопел (8),

в якому сопла (8) розташовані на стінці лійки масового потоку (1) таким чином, щоб вони розподілялися на різній висоті по колу, і/або, якщо в лійці (1) є хоча б один запобіжний штуцер (3), то вони встановлені як мінімум на одному запобіжному штуцері (3), і/або, якщо в лійці масового потоку (1) є хоча б одна внутрішня лійка (14), то вони розміщуються як мінімум на одній внутрішньої лійці (14); і

при цьому подачу газу під тиском до сопла (8) можна індивідуально регулювати за допомогою клапанів (9) для кожного сопла (8).

5. Лійка масового потоку (1) для вивантаження дрібнозернистого, текучого сипучого матеріалу з силосу, що містить принаймні один частково відкритий вниз запобіжний штуцер (3) або принаймні одну внутрішню лійку (14), яка прикріплена до стінки лійки масового потоку (1) принаймні одним вертикальним, закритим вверх і відкритим вниз вертикальним каналом (15), принаймні одне сопло (8) для впорскування газу під тиском, переважно стисненого повітря, у внутрішню порожнину лійки масового потоку (1), яка **відрізняється** тим, що

містить принаймні один зрівняльний трубопровід тиску (5) для зниження відносного від'ємного тиску газу в сипучому матеріалі, що знаходиться в стані потоку відносно тиску газу в зовнішньому середовищі або в верхньому просторі силосу,

де принаймні один зрівняльний трубопровід тиску (5) має нижній і верхній кінці, де нижній кінець хоча б одного зрівняльного трубопроводу (5) відкритий і розташований всередині запобіжного штуцера (3) або принаймні в одному вертикальному каналі (15), і де верхній кінець хоча б одного зрівняльного трубопроводу (5) розташований зовні лійки масового потоку (1) або, під час роботи, в верхній частині лійки, в якій

передбачається принаймні один пристрій для вимірювання тиску (7) для вимірювання тиску принаймні в одному окремому трубопроводі, який значною мірою вільний від сипучого матеріалу і який виходить всередину принаймні одного частково відкритого вниз запобіжного штуцера, (3)

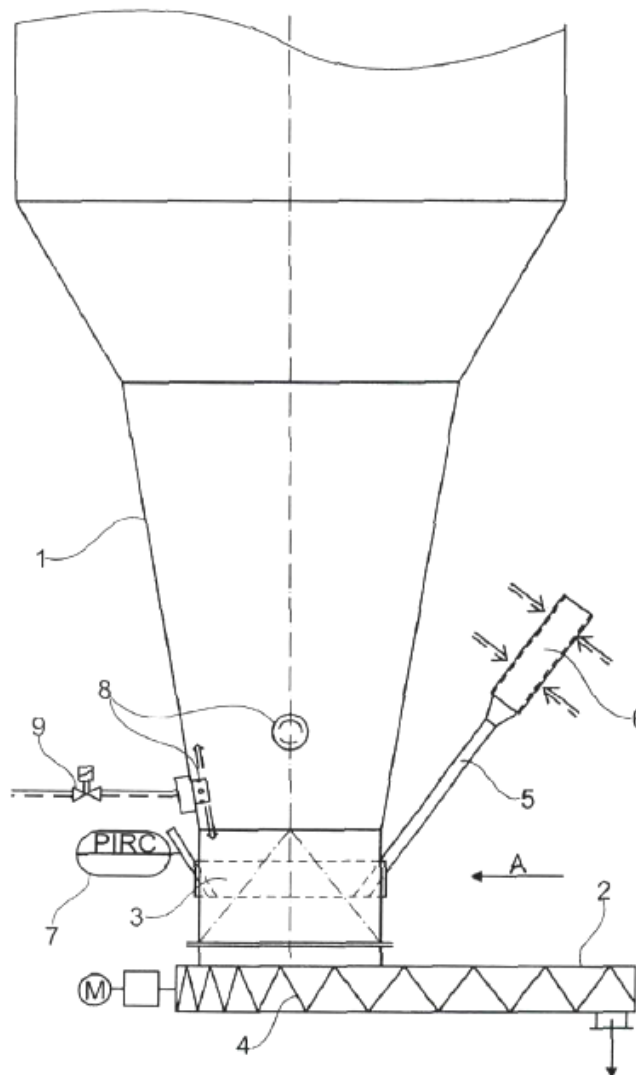
або принаймні одного пристрою для вимірювання тиску (7) для вимірювання тиску газу принаймні в одному вертикальному, закритому вверху і відкритому вниз каналі (15).

6. Лійка масового потоку (1) за п. 5, яка **відрізняється** тим, що містить на стінці лійки масового потоку (1) і/або,

- 5 якщо в лійці (1) є принаймні один запобіжний штуцер (3), то на запобіжному штуцері (3), і/або, якщо в лійці (1) є хоча б одна внутрішня лійка (14), то у внутрішній лійці (14), не менше одного сопла (8) для впорскування газу під тиском у внутрішню порожнину лійки масового потоку (1), і для кожного сопла (8) встановлений принаймні один клапан (9) для налаштування подачі газу до сопла (8),

- 10 де в регулюючий контур введений тиск газу в сипучому матеріалі, що знаходиться в стані потоку як регулююча змінна, і об'ємний потік повітря, що нагнітається під тиском газу, як регулююча змінна.

7. Лійка масового потоку (1) за будь-яким з пп. 5-6, яка **відрізняється** тим, що верхній кінець принаймні одного зрівняльного трубопроводу (5) закритий повітропроникним фільтром (6).



Фіг. 1

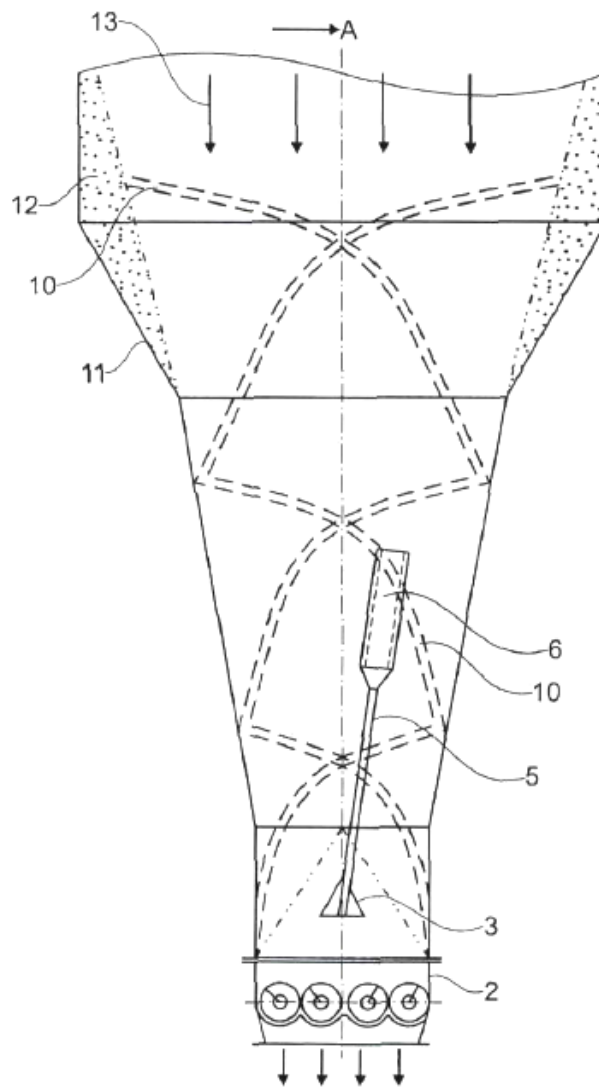


Fig. 2

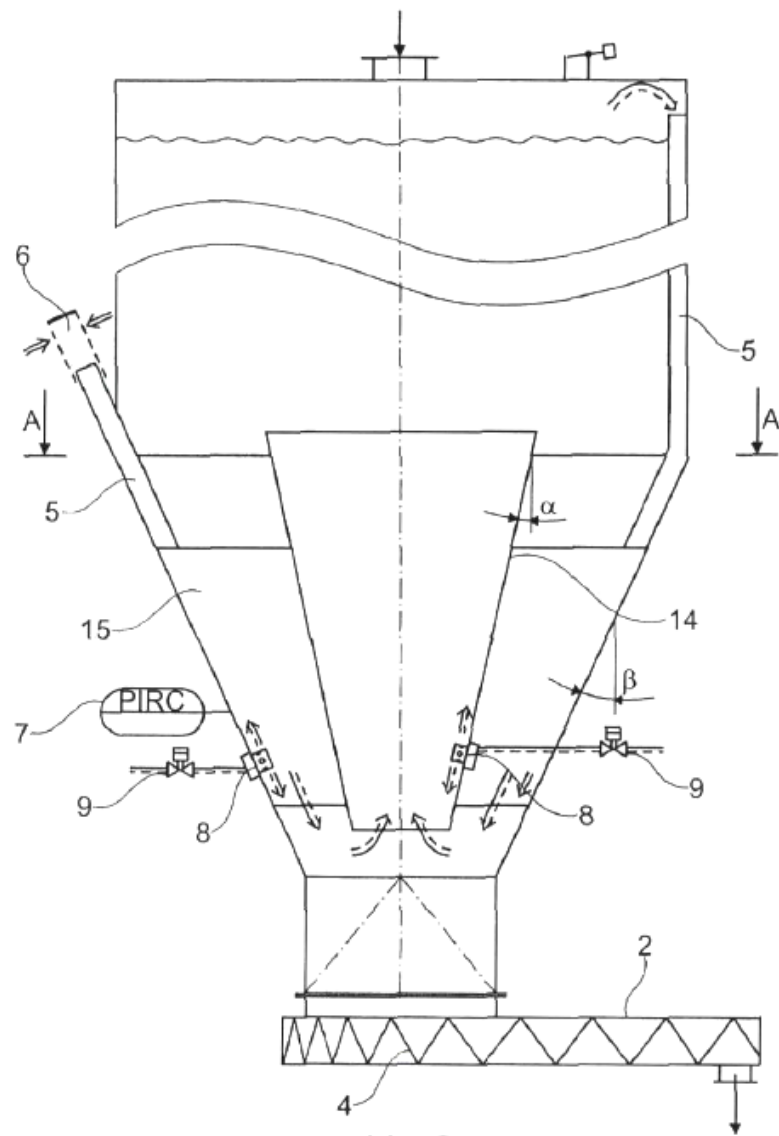
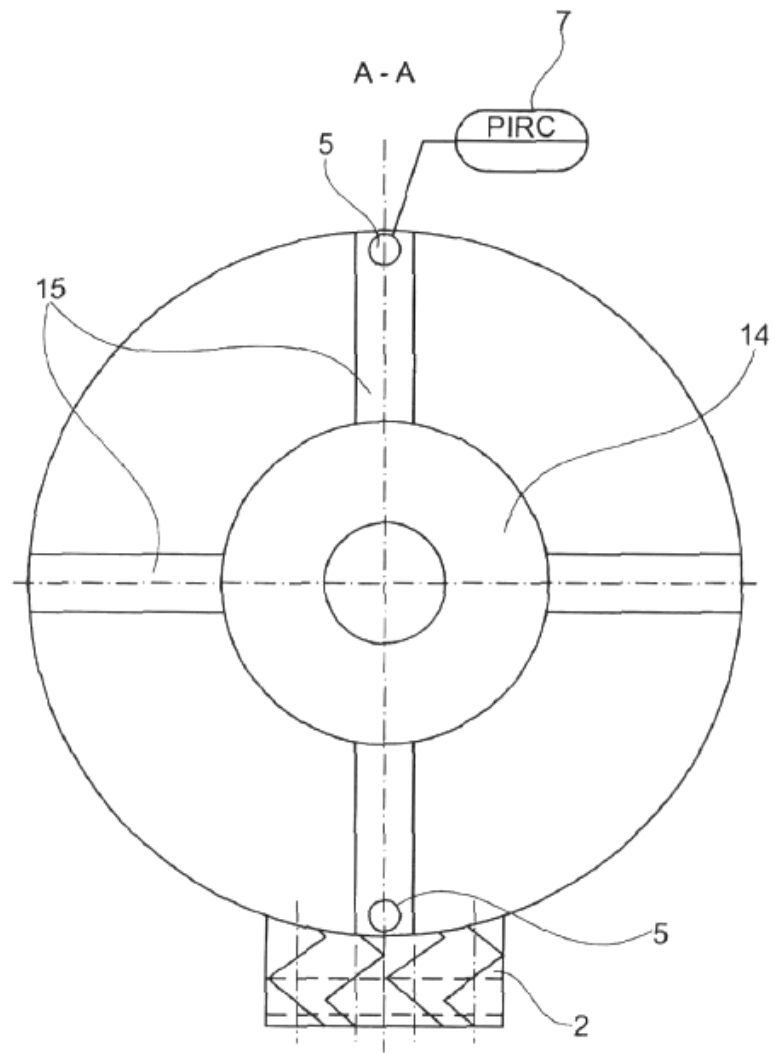


Fig. 3



Фіг. 4

---

Комп'ютерна верстка В. Юкін

---

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

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