



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108502** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)
A01F 25/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21)	Номер заявки:	а 2013 00563	(73)	Власник(и): Данченко Віталій Георгійович, вул. Євпаторійська, 106, кв. 55, м. Дніпропетровськ, 49126 (UA), Ноїс Рональд Т., 224 Agricultural Hall, Stillwater, Oklahoma, USA (US)
(22)	Дата подання заявки:	16.01.2013	(74)	Представник: Лісна Тетяна Леонідівна, реєстр. №286
(24)	Дата, з якої є чинними права на винахід:	12.05.2015	(56)	Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA a200809741, 25.01.2010 SU 1073541 A, 15.02.1984 RU 2275003 C1, 27.04.2006 UA 30370 A, 15.11.2000 US 8124009 B2, 28.02.2012 US 20070134380 A1, 14.06.2007 SU 1715241 A1, 29.02.1992 SU 14143652 A1, 07.08.1988
(41)	Публікація відомостей про заявку:	10.06.2014, Бюл.№ 11		
(46)	Публікація відомостей про видачу патенту:	12.05.2015, Бюл.№ 9		
(72)	Винахідник(и): Данченко Віталій Георгійович (UA), Ноїс Рональд Т. (US)			

(54) АЕРАЦІЙНА НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНА ЗЕРНОСУШАРКА

(57) Реферат:

Винахід належить до сільського господарства, зокрема до зернової індустрії, і може бути використаний у фермерських господарствах та елеваторній промисловості.

Аераційна низькотемпературна зерносушарка містить корпус, виконаний у вигляді порожнистого циліндра, підкріпленого вертикальними опорами до основи, який включає дах з горловиною, обшивка якого закріплена за допомогою кронштейнів із зазором до верхнього торця корпусу, виконаного з двох оболонок - внутрішньої перфорованої і зовнішньої, з'єднаних з проміжком між собою за допомогою вертикальних ребер жорсткості, конічне днище з горловиною, що закріплене до нижнього торця корпусу, всередині якого на висоту його твірної встановлено секційний перфорований аератор, виконаний у вигляді труби, оснащений зверху конічною кришкою, а знизу підпирними стійками і трубопроводами, приєднаними до джерел постачання теплоносія і озоно-повітряної суміші. Аератор виконаний з двох автономних секцій, розділених мембраною, - верхньої, розміщеної в порожнині корпусу, оснащеної усередині по висоті порожнини шайбами заданого поперечного перерізу і сполученої з джерелами постачання теплоносія і озоно-повітряної суміші, і нижньої, розміщеної у нижній частині порожнини корпусу і частково в порожнині днища і сполученої з джерелом постачання навколишнього повітря. На зовнішній оболонці корпусу напроти нижньої секції аератора виконано кільцеву ділянку, що має перфорації, а підпирні стійки аератора прокладені крізь отвори, що виконані в стінці днища і закріплені, як і вертикальні опори сушарки, до відповідних кільцевих підставок, які з'єднані з основою. Навколо аератора із зазором до його поверхні розташовано оболонку, виконану ґратчастої конструкції і закріплену нижнім торцем до фланця, змонтованого на нижній секції аератора. До кронштейнів, що протилежно встановлені на ребрах ґратчастої оболонки і вертикальних ребрах корпусу, закріплені у шаховому порядку в ярусах перемички Λ -подібного профілю у поперечному перерізі і оснащені перфораціями. Горловини даху і днища сушарки з'єднані зернопроводами відповідно з випускним і

UA 108502 C2

приймальним фланцями поряд із сушаркою вертикального елеватора, закріпленого до основи. До випускних горловин днища і фланця елеватора закріплені клапани перемикання потоку зерна. До основи закріплений бункер зерна, випускна горловина якого через засувку і зернопровід сполучена з приймальним фланцем елеватора. Зерносушарка має вищу продуктивність, рентабельність виробництва зерна і якість продукції, менші енерговитрати на експлуатацію і вартість.

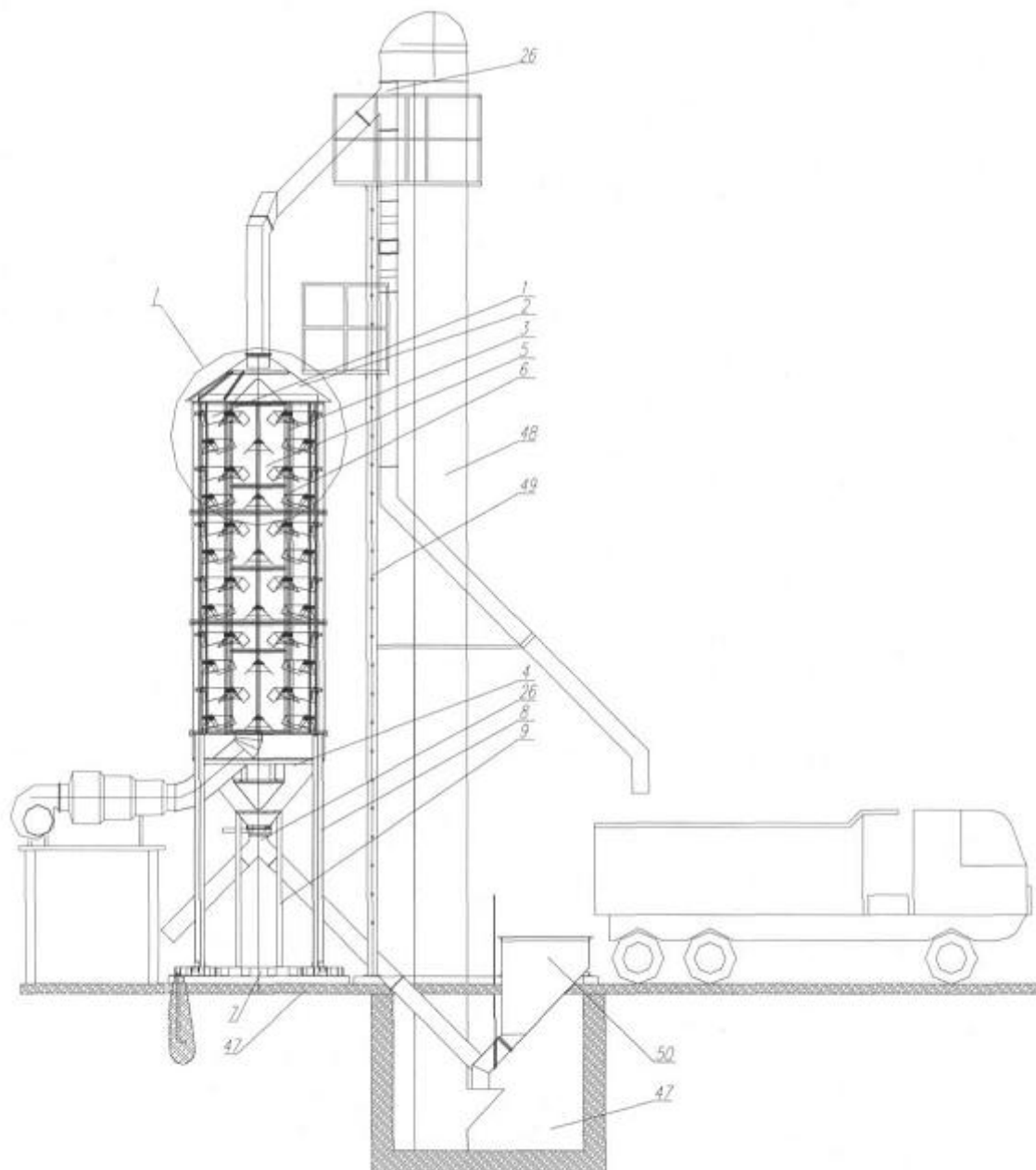


Fig. 1

Винахід належить до сільського господарства, зокрема до зернової індустрії, і може бути використаний у фермерських господарствах та елеваторній промисловості як продукт "зелених технологій".

В Україні й інших країнах втрати зерна у вологому стані через псування досягають 25 % від валових зборів через недостатню кількість сушильного обладнання через високу його вартість та невисоку якість сушіння зерна.

Найбільші кількісні і якісні втрати зерна у вологому стані за статистикою виникають у період його тимчасового складування на токах після збирання при очікуванні черги для проведення сушіння. До того ж, має місце невисока якість сушіння через нерівномірність обробки насипу, що призводить до значних втрат зерна при збереженні. Одночасно із зазначеними недоліками на рентабельність виробництва зерна впливає висока вартість енергоносіїв, що імпортуються до України, низька екологічність зерна через його забруднення продуктами згоряння палива та отрутохімікатами при дезінфекції.

Широко відомі на ринку термічні сушарки різних виробників [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Разом з порівняно високою швидкістю сушіння вони мають наступні недоліки:

- висока вартість процесу сушіння через значні обсяги використання природного палива в умовах високотемпературного режиму;
- невисока якість зерна через нерівномірність сушіння та його забруднення продуктами згоряння традиційних енергоносіїв;
- висока металоємкість і вартість сушарок;
- пожежонебезпечність через можливе займання при сушінні олійних культур;
- складність при транспортуванні і експлуатації;
- можливе псування нерівномірно висушеного зерна при подальшому зберіганні. Відомо пристрій, який складається із зернового силосу, корпус якого виконано з перфорованих панелей, та центральної перфорованої труби, що оснащена поршнем і сполучена з джерелами нагнітання підігрітого оточуючого повітря та озono-повітряної суміші. В одному пристрою забезпечується аераційне сушіння і озonoва дезінфекція зерна [11].

Зазначена конструкція має наступні суттєві недоліки:

- неможливість забезпечити стабільність температурного та вологого режиму через прямий контакт зерна з оточуючим повітрям, що відбувається крізь отвори в перфорованому корпусі сушарки;
- можливість перевищення гранично допустимих норм концентрації озону навколо сушарки через його неконтрольований витік крізь перфорації в корпусі, що підвищує ступінь небезпеки при її експлуатації;
- зниження надійності системи через наявність поршня, що рухається всередині повіторозподільника;
- низька продуктивність і низька якість продукції через обробку щільного насипу нерухомого зерна.

Найближчою до винаходу, що заявляється, є універсальна аераційна зерносушарка порційного типу, яка виконана у вигляді силосу, що включає дах з горловиною, обшивка якого закріплена за допомогою кронштейнів із зазором до верхнього торця корпусу, виконаного з двох оболонок - внутрішньої перфорованої і зовнішньої, з'єднаних з проміжком між собою за допомогою поздовжніх ребер жорсткості, днище, що закріплене до нижнього торця корпусу, всередині якого на висоту його твірної встановлений секційний перфорований аератор у вигляді труби, оснащеної зверху конічною кришкою, а знизу - трубопроводами, що приєднані до джерел постачання теплоносія і озono-повітряної суміш [12].

Зазначена конструкція створена для забезпечення технологій аераційного сушіння, дезінфекції зерна і передпосівної озonoвої обробки насіння, і значною мірою усуває недоліки аналогів. Проте вона має наступні суттєві недоліки, що зменшують її продуктивність і обмежують ринкову доцільність, а саме:

- невисока продуктивність через нерівномірність аераційної обробки щільного насипу нерухомого зерна по висоті і необхідність додаткового часу досушування для усунення нерівномірного розподілу вологи,
- підвищений обсяг енерговитрат і вартість експлуатації сушарки через необхідність для продувки щільного насипу використання більш потужного обладнання,
- обмеження використання порційної сушарки на ринку через технологічні ускладнення щодо можливості підвищення її продуктивності, в тому числі забезпеченні безперервної роботи по завантаженню, обробці і відвантаженню зерна.

В основу винаходу поставлено задачу створення універсальної аераційної низькотемпературної зерносушарки проточно-рециркуляційного типу, яка би мала вищу

продуктивність, рентабельність виробництва зерна і якість продукції, менші енерговитрати на експлуатацію і вартість.

Поставлену задачу вирішують тим, що в універсальній аераційній низькотемпературній зерносушарці проточно-рециркуляційного типу, яка виконана у вигляді силосу, що підкріплено поздовжніми опорами до основи і що включає дах з горловиною, обшивка якого закріплена за допомогою кронштейнів із зазором до верхнього торця корпусу, виконаного з двох оболонок - внутрішньої перфорованої і зовнішньої, з'єднаних з проміжком між собою за допомогою поздовжніх ребер жорсткості, конічне днище з горловиною, що закріплене до нижнього торця корпусу, всередині якого на висоту його твірної встановлено секційний перфорований аератор у вигляді труби, оснащеної зверху конічною кришкою, а знизу підпирними стійками і трубопроводами, приєднаними до джерел постачання теплоносія і озono-повітряної суміші, згідно з винаходом, аератор виконано з двох автономних секцій, розділених мембраною, - верхньої, розміщеної в порожнині корпусу, оснащеної усередині по висоті порожнини шайбами заданого поперечного перерізу і сполученої з джерелами постачання теплоносія і озono-повітряної суміші, і нижньої, розміщеної у нижній частині порожнини корпусу і частково в порожнині днища і сполученої з джерелом постачання навколишнього повітря, причому на зовнішній оболонці корпусу напроти нижньої секції аератора виконано кільцеву ділянку, що має перфорації, а підпирні стійки аератора прокладені крізь отвори, що виконані в стінці днища і закріплені, як і поздовжні опори сушарки, до відповідних кільцевих підставок, які з'єднані з основою, навколо аератора із зазором до його поверхні розташовано оболонку, виконану ґратчастої конструкції і закріплену нижнім торцем до фланця, змонтованого на нижній секції аератора, а до кронштейнів, що протилежно встановлені на ребрах ґратчастої оболонки і поздовжніх ребрах корпусу, закріплені у шаховому порядку в ярусах перемички, які виконані Л-подібного профілю у поперечному перерізі і оснащені перфораціями, при цьому горловини даху і днища сушарки з'єднані переважно зернопроводами відповідно з випускним і приймальним фланцями поряд із сушаркою вертикального елеватора, закріпленого до основи, а до випускних горловин днища і фланця елеватора закріплені клапани перемикання потоку зерна.

Відстань між перфорованими поверхнями аератора і внутрішньої оболонки корпусу, що дорівнює товщині шару зерна, який продувається, становить від 0,3 до 1,5 м.

Днище виконане із зрізаної конічної оболонки, з'єднаної через перехідник з циліндричною фланцевою оболонкою, виконаною з перфораціями, до якої через ребра зсередини закріплена внутрішня перфорована оболонка, що контактує зверху з внутрішньою оболонкою корпусу, а знизу має зазор до поверхні конічної оболонки, діаметр отвору якої становить 0,4-0,6 м і перекритий знімною конічною юбкою, оснащеною випускною горловиною.

Нижню секцію аератора виконано з циліндричної оболонки, оснащеної у верхній частині фланцем, в нижній частині конічним днищем, виконаним з перфораціями, а всередині - патрубками, що приєднані трубопроводами до джерел постачання озono-повітряної суміші нагрітого і навколишнього повітря, причому патрубки для нагрітого повітря і озono-повітряної суміші виконані кожний з двома теплоізолюваними рукавами, оснащеними засувками, які прокладені відповідно до порожнин верхньої і нижньої секцій аератора.

Перемички Л-подібного профілю виконані у вигляді трапеції, ширина яких при їх установці ярусами у шаховому порядку виключає у вертикальному напрямку наскрізний прохідний зазор, причому з внутрішньої сторони перемички оснащені поперечними перфорованими стінками, на їх зовнішніх поверхнях під нахилом до осі аератора закріплені ребра, а відстань між ярусами перемичок становить 0,3-1,2 м.

Клапан перемикання потоку, що закріплений до горловини днища, одним рукавом через зернопровід з'єднано з приймальним фланцем елеватора, іншим рукавом сполучено з відвантажувальним транспортером, а аналогічний клапан, що закріплено до випускного фланця елеватора, одним рукавом з'єднано через зернопровід з горловиною даху, а до іншого рукава прикріплено зернопровід відвантаження зерна.

Обшивку даху виконано у вигляді зрізаної конічної оболонки, підкріпленої каркасом, у вершині даху закріплено фланець, діаметр якого більший, ніж діаметр аератора, а в нижній частині по периметру каркаса із зазором до обшивки встановлено кільцевий пояс, приєднаний до торця внутрішньої перфорованої оболонки корпусу, причому горловина даху знизу оснащена юбкою, що закріплена до згаданого фланця через роз'ємний стик.

До основи закріплено бункер зерна, випускна горловина якого через засувку і транспортну лінію сполучена з приймальним фланцем елеватора.

У конструкцію універсальної аераційної низькотемпературної зерносушарки покладені рішення, які забезпечують енергозберігаючу низькотемпературну технологію сушіння зерна в умовах рециркуляції і перемішування насипу, яка підвищує продуктивність аераційної сушарки

до рівня промислових термічних у фермерському класі при забезпеченні найвищої якості продукції.

Універсальна аераційна низькотемпературна зерносушарка, що пропонується, має такі технічні й функціональні переваги в порівнянні з аналогами і прототипом:

5 1. За рахунок виконання аератора з двох, розділених перегородкою секцій, - верхньої, через яку в верхню робочу порожнину зерносушарки подається нагрітий газ, і нижньої, через яку подається навколишнє повітря, забезпечується комбіноване сушіння поточного зерна з перепадами температур, що підвищує швидкість процесу відведення вологи і зменшує енерговитрати.

10 2. За рахунок встановлення всередині порожнини верхньої секції аератора шайб змінного поперечного перерізу досягається задана подача робочого газу до шарів робочої порожнини по висоті зерносушарки в залежності від щільності зернового насипу для забезпечення рівномірності його обробки.

15 3. За рахунок виконання напроти нижньої автономної секції аератора на внутрішній і зовнішній оболонках корпусу кільцевих перфорованих ділянок забезпечується ефективніша продувка при охолодженні зерна за рахунок виходу зовні повітря найкоротшим шляхом.

4. За рахунок використання навколишнього повітря від вентилятора, пропущеного через електричний теплообмінник, утворюється теплоносій для роботи зерносушарки.

20 5. За рахунок використання тепла, що одержано через спалювання в автономній топці або теплогенераторі відходів рослинного і органічного походження чи природного палива, розширюються функціональні можливості і інтервал продуктивності аераційної зерносушарки з комбінованою схемою сушіння зерна.

25 6. За рахунок виготовлення корпусу зерносушарки з двох оболонок, скріплених між собою через поздовжні ребра, - зовнішньої, що виконана з гладкого чи гофрованого листа, і внутрішньої, перфорованої, забезпечується:

- створення "засорочкової" порожнини для відведення (через щілину під дахом) відпрацьованих газів за межі сушарки;

- зменшення впливу на параметри обробки зерна всередині сушарки навколишніх умов (ефект термоса);

30 - безпечність робіт при озоновій дезінфекції зерна;

- вища стійкість сушарки до навантажень.

7. За рахунок виконання даху у вигляді зрізаної конічної оболонки (обшивки), підкріпленої каркасом, що складений з поздовжніх і похилих ребер, сполучених фланцем у верхній і поясом у нижній частинах, досягається:

35 - спрощення конструкції даху;

- можливість монтажу аератора через центральний отвір при знятій горловині.

8. За рахунок виконання днища у вигляді зрізаної конічної оболонки, підкріпленої зверху циліндричною перфорованою юбкою, що встановлена напроти нижньої секції аератора і виконання діаметра отвору у вершині конічної оболонки (перекритого знімним насадком) у межах 0,4-0,6 м, забезпечується:

40 - спрощення монтажу корпусу до днища;

- спрощення монтажу і обслуговування через використання зазначеного отвору як люка-лазу.

9. За рахунок сполучення нижньої секції аератора додатково з джерелом постачання озono-повітряної суміші через патрубок з двома рукавами, забезпечується:

45 - зменшення під впливом озону теплоємності води в зерні і підвищення внутрішнього тиску водяної пари всередині зерен, що збільшує коефіцієнт дифузії вологи і швидкість сушіння;

- можливість передпосівної обробки насіння малими порціями, 0,5-2 т, що може бути здійснено в порожнині днища;

50 - можливість використання проти дії озону захисного антикорозійного покриття тільки частково - на поверхні нижньої частини корпусу і днища, а не на усій поверхні сушарки, що здешевлює конструкцію.

10. За рахунок виконання патрубків для проходження нагрітого повітря з двома рукавами, які прокладені до порожнин верхньої і нижньої секцій аератора, забезпечується:

55 - можливість подачі як нагрітого, так і навколишнього повітря (при відключеному електронагрівачеві) по всій висоті сушарки, спочатку нагрітого впродовж 2-3 циклів, а потім цикл навколишнього повітря, яке влітку має температуру 30-40 °C, що забезпечує економію електроенергії 30-50 % за рахунок використання навколишнього тепла.

60 11. За рахунок використання на вивантажувальному конічному днищі клапана перемикування потоків, сполученого одним рукавом з приймальним фланцем елеватора, а іншим з

відвантажувальним транспортером, досягається безперервна робота зерносушарки по перевантаженню і відвантаженню зерна по замкненому циклу.

12. За рахунок підкріплення аератора до основи за допомогою стійок, прокладених через отвори у стінці днища, забезпечується:

- 5 - виключення навантажень на сушарку від ваги аератора і сили тертя зернового потоку, що діє на його поверхню.

13. За рахунок установки між аератором і перфорованою оболонкою корпусу додаткової оболонки, що виконана ґратчастої конструкції, і закріплення її до фланця, що змонтований на нижній секції аератора, забезпечується:

- 10 - спрощення монтажу перемичок між ґратчастою оболонкою і корпусом в умовах мінімального зазору між ними, зменшення ваги сушарки і підвищення швидкості сушіння і дезінфекції зерна;
- виключення навантажень на сушарку від ваги ґратчастої оболонки і дії зернового потоку;
- підвищення надійності закріплення кронштейнів Λ -подібного профілю до ґратчастої оболонки (у порівнянні з їх можливим закріпленням до перфорованої оболонки аератора);
- 15 - спрощення монтажу зерносушарки через можливість автономного складання і монтажу аератора.

14. За рахунок закріплення між протилежними Λ -подібними кронштейнами, що встановлені в шаховому порядку на ґратчастій оболонці і ребрах жорсткості корпусу перемичок аналогічного Λ -подібного профілю, забезпечується:

- 20 - зменшення щільності насипу зерна через руйнування на перемичках потоку шляхом його перемішування і розпушення;
- підвищення міцності і стійкості конструкції, скріпленої за допомогою перемичок у силову арку, що дає можливість нарощування висоти зерносушарки для підвищення її продуктивності і створення ряду типорозмірів сушарок.

15. За рахунок виконання перемичок Λ -подібного профілю (що встановлені в робочій порожнині зерносушарки) із перфорованого листа і оснащення їх внутрішніми перфорованими поперечними стінками забезпечуються умови обробки зерна у "звішеному" стані через піддування повітря через перфорації, що підвищує рівномірність і швидкість сушіння.

16. За рахунок поперечної продувки через аератор розпушеного на перемичках зерна, що рухається через робочу порожнину, досягається:

- 30 - подання до кожної зернини насипу відповідних об'ємів повітря чи озono-повітряної суміші, що через збільшення поверхні (шпаруватості між зернами) підвищує швидкість процесу сушіння і дезінфекції зерна;
- зменшення потужності обладнання для забезпечення надійної продувки насипу.

17. За рахунок виконання Λ -подібних перемичок у вигляді трапеції, ширина яких при встановленні ярусами (відстань між якими становить 0,3-1,2 м) в шаховому порядку виключає наскрізний прохідний зазор у вертикальному напрямку, а також за рахунок встановлення ребер на бокових поверхнях перемичок під нахилом відносно напрямку руху зерна забезпечується збільшення шляху і часу переміщення зерна в зерносушарці і, як наслідок, скорочення часу його обробки до кондиційного стану.

18. За рахунок виконання нижньої секції аератора у вигляді порожнистого циліндра, оснащеного у верхній частині опорним фланцем, у нижній частині конічним перфорованим дном, а всередині трубопроводами для подачі у верхню секцію нагрітого повітря і озono-повітряної суміші, забезпечується простота конструкції і надійність охолодження зерна в протитоку з його напрямком руху.

19. За рахунок виконання радіального проміжку кільцевої порожнини між аератором і перфорованою оболонкою в межах 0,3-1,5 м, забезпечується рівномірність обробки насипу при оптимальній потужності обладнання.

20. За рахунок закріплення поздовжніх опор корпусу зерносушарки і стійок аератора до горизонтальних кільцевих підставок, скріплених з фундаментною основою, забезпечуються рівномірність розподілу навантажень від опор і стійок на вищу площу, чим досягається спрощення конструкції фундаменту і об'ємів будівництва.

21. За рахунок установки нижнього торця внутрішньої перфорованої оболонки із зазором до конічної поверхні днища, досягається можливість очищення "засорочкової" порожнини від зернового сміття.

22. За рахунок варіанта закріплення (аналог використання ґратчастої оболонки) між фланцями оболонок верхньої секції аератора поздовжніх ребер з приєднаними до них у шаховому порядку кронштейнами Λ -подібного профілю, досягається зменшення ваги в порівнянні з використанням ґратчастої оболонки.

23. За рахунок сполучення даху і днища зерносушарки через зернопроводи з типовим вертикальним елеватором досягається:

- рециркуляція потоку зерна через зерносушарку;
- рівномірна обробка зерна в робочій порожнині за декілька циклів рециркуляції.

5 24. За рахунок закріплення до випускного фланця у верхній частині елеватора клапана перемикач потоку зерна забезпечується відвантаження висушеного зерна із сушарки безпосередньо в кузов автотранспорту зернопроводом без застосування додаткового коштовного транспортера.

10 25. Через достатньо малий діаметр силосної сушарки (в межах 1,4-4,0 м) зменшується металоємність і ціна конструкції (приблизно в 2,5-3 рази в порівнянні з відомими термічними сушарками) і забезпечуються кращі умови для транспортування, розміщення на площадці і монтажу.

15 26. Через підвищену міцність складеної із двох оболонок конструкції сушарки, відсутність у технологічному процесі високотемпературних режимів і ускладненого обладнання, забезпечується високотривала її робота протягом не менше як 15-20 років.

27. Через використання типових комплектуючих, що вбудовані у силосну конструкцію, є можливість створення декількох типорозмірів сушарок різної продуктивності і призначення.

20 28. Зерносушарка є дешевою, надійною і ефективною у застосуванні. Завдяки можливості роботи обладнання зерносушарки на різних енергоносіях, у тому числі з застосуванням альтернативних джерел енергії, вона може бути ефективно використана без обмежень у будь-якому регіоні світу при забезпеченні високої рентабельності продукції.

Винахід пояснюється кресленнями.

На Фіг. 1 зображено загальний вигляд зерносушильного комплексу;

25 на Фіг. 2 - вигляд на порожнину сушарки з напрямками руху поточного зерна і газу, позначених стрілками;

на Фіг. 3 - конструкція аераційної сушарки з обладнанням;

на Фіг. 4 - поперечний переріз конструкції сушарки;

на Фіг. 5 - конструкція кріплення перемички в кронштейнах, розташованих на ребрах ґратчастої оболонки і оболонки корпусу;

30 на Фіг. 6 - конструкція стику між верхньою і нижньою секціями аератора;

на Фіг. 7 - конструкція стику конічної стінки днища сушарки і стійки аератора.

Зерносушарка 1 складається з даху 2, корпусу 3 і днища 4, а також двосекційного аератора 5 і ґратчастої оболонки 6, розміщених усередині корпусу 3, підставок 7, до яких закріплені поздовжні опори 8 зерносушарки 1 і поздовжні підпірні стійки 9, що підтримують двосекційний аератор 5 і ґратчасту оболонку 6.

35 Дах 2 складено з зрізаної конічної оболонки (обшивки), підкріпленої знизу каркасом, що виконаний з вертикальних 10 і похилих 11 ребер, скріплених між собою. Ребра з'єднані між собою у верхній частині шпангоутом 12, а в нижній - поясом 13. Пояс 13 верхнім торцем прикріплено до похилих 11 ребер з утворенням зазору до обшивки. Нижній торець поясу 13 розташовано у площині стикувальних фланців, що закріплені до поздовжніх 10 ребер. Діаметр шпангоута 12 виконано більшим, ніж діаметр двосекційного аератора 5. У вершині даху 2 змонтована горловина 14, що оснащена конічною юбкою, яку через обшивку закріплено рознімним з'єднанням зі шпангоутом 12. Фланці на поздовжніх 10 ребрах забезпечують кріплення даху 2 до верхнього торця корпусу 3. При цьому між обшивкою даху 2 і верхнім торцем корпусу 3 утворено кільцевий зазор 15.

45 Корпус 3 складається з декількох секцій. Кожна секція виконана з двох оболонок, скріплених між собою за допомогою поздовжніх ребер 16 жорсткості (П-подібного профілю в поперечному перерізі), внутрішньої 17 оболонки, оснащеної перфораціями, і зовнішньої 18 оболонки, силової (гладкої або гофрованої). У кільцевому зазорі між оболонками 17 і 18 утворена "засорочкова" порожнина 19. Зсередини до поздовжніх 16 ребер жорсткості закріплені у держаках у "шаховому" порядку по висоті і периметру кронштейни 20, що виконані Л-подібного профілю в поперечному перерізі з вершиною, спрямованою догори. У вершинах кронштейнів 20 установлені різьбові шпильки. Діаметр внутрішньої 17 оболонки відповідає діаметру кільцевого пояса 13 даху 2. На зовнішній 18 оболонці може бути нанесено шар теплозахисного покриття - пінопласт (не показано).

55 Днище 4 складається з зрізаної конічної оболонки 21, що виконана з тонкостінних секторів, скріплених між собою внапуск, і циліндричної перфорованої оболонки 22, прикріпленої до неї у верхній частині через перехідник. До циліндричної оболонки 22 концентрично із зазором встановлена внутрішня оболонка 23, що також виконана з перфораціями. Зовнішня 22 і внутрішня 23 перфоровані оболонки скріплені між собою через поздовжні ребра 16 жорсткості.

Верхні кромки оболонок 22, 23 з'єднані з відповідними оболонками 18, 17 корпусу 3. Нижній торець внутрішньої 23 оболонки розміщено із зазором 24 до конічної оболонки 21 днища 4. Перфорації на зовнішній 22 оболонці, при необхідності, можуть перекриватися знімним гумовим поясом (не показано). У нижній частині до секторів зрізаної конічної оболонки 21 прикріплена

5 знімна юбка, що оснащена вивантажувальною горловиною 25, до якої через засувку приєднано клапан 26 перемикання потоку. У стиках декількох (чотирьох) секторів конічної оболонки 21 виконані отвори 27, що підкріплені накладками 28, через які прокладено поздовжні підпірні

10 стійки 9 двосекційного аератора 5. Зовні до оболонки 22 закріплені поздовжні опори 8 зерносушарки, які виконані П-подібного поперечного профілю.

Двосекційний аератор 5 виконано у вигляді труби, складеної із фланцевих обичайок і розділеної поперечною мембраною 29 на верхню 30 і нижню 31 автономні секції. У вершині до труби закріплена конічна кришка.

15 Верхня 30 секція виконана перфорованою і розташована між дахом 2 і нижньою частиною корпусу 3. Всередині верхньої 30 секції між її обичайками встановлені кільцеві шайби 32 змінного поперечного перерізу. Причому діаметр шайби, що розміщена в нижній частині верхньої 30 секції, де найбільша щільність насипу зерна, має більший розмір для проходження повітря у порівнянні з тими шайбами, що розміщені на вищих рівнях. Нижня 31 секція двосекційного аератора 5 розміщена в нижній частині корпусу 3 і частково в порожнині днища 4, напроти перфорованої оболонки 22.

20 Нижня 31 секція складена з циліндричної обичайки, оснащеної у верхній частині фланцем 33, а в нижній частині конічним днищем 34, виконаним з перфораціями. Всередині нижньої 31 секції встановлені патрубки 35, 36. Підпірні поздовжні стійки 9 закріплені до бокової поверхні обичайки болтами.

25 Патрубки 35, 36 з'єднані через відповідні трубопроводи, що прокладені крізь отвори в оболонці 21, з установленими поруч із сушаркою блоками: "вентилятор-нагрівач" 37 і "озонатор-компресор (вентилятор)" 38.

Всередині нижньої 31 секції встановлено також патрубок 39, з'єднаний з автономним вентилятором 40.

30 Нагрівач 37 виконано блочної конструкції з плоскими нагрівальними елементами. Його вхідний і вихідний канали виконані у відповідності з діаметром вихідного фланця вентилятора, приєднаного до нього.

Кожен патрубок 35 і 36 оснащено двома рукавами, які через засувки прокладені відповідно до автономних секцій 30, 31.

35 Між поверхнею двосекційного аератора 5 і перфорованою внутрішньою 17 оболонкою корпусу 3 є робоча порожнина 41 зерносушарки, де здійснюється обробка зерна.

40 Концентрично двосекційному аератору 5 із зазором до його поверхні розміщено секційну ґратчасту оболонку 6. До кожної її секції, складеної з поздовжніх і поперечних ребер, закріплені верхній і нижній фланці. Верхній торець ґратчастої оболонки 6 розташовано на рівні верхнього торця корпусу 3, а нижній її торець закріплено до фланця 33 нижньої 31 секції двосекційного аератора 5. До зовнішніх поверхонь ребер ґратчастої оболонки 6 у "шаховому" порядку закріплені в держаків кронштейни 42, що виконані Л-подібного профілю в поперечному перерізі з вершиною, зверненою догори. Л-подібні кронштейни 42 розташовані на однакових кутових і висотних відстанях стосовно аналогічних кронштейнів 20 корпусу 3 і оснащені у вершинах різьбовими шпильками. Між шпильками на Л-подібних кронштейнах 42 і 20 закріплені гвинтовим з'єднанням перфоровані перемички 43 Л-подібного поперечного профілю, аналогічного з кронштейнами. При цьому перемички 43 між стінками зсередини оснащені перфорованими поперечними перегородками 44. До того ж зовні до бічних поверхонь перемичок під нахилом до осі сушарки закріплені ребра 45. При установці перемичок 43 виключається в поздовжньому напрямку наскрізний прохідний зазор. Таке рішення разом з установкою ребер 45 забезпечує виконання умови щодо максимального часу і шляху пересування зерна усередині робочої порожнини 41, а за рахунок піддування повітря знизу догори через перфорації (допомагають цьому перфоровані поперечні перегородки 44) забезпечується навколо перемичок "завислий" стан зерна.

55 Як варіант Л-подібні кронштейни 42 можуть бути закріплені безпосередньо до двосекційного аератора 5, а точніше до ребер, розміщених між верхнім і нижнім фланцями його обичайок.

60 Поздовжні опори 8 зерносушарки і поздовжні підпірні стійки 9 двосекційного аератора 5 через кронштейни 46 закріплені до підставок 7, сполучених з фундаментною основою 47. Підставки 7 складаються з металевих балок, що виконані у вигляді зовнішнього і внутрішнього багатокутника. До зовнішнього багатокутника закріплені поздовжні опори 8 зерносушарки, а до внутрішнього - поздовжні підпірні стійки 9 двосекційного аератора 5.

Для забезпечення рециркуляції зерна через робочу порожнину 41 зерносушарки 1 поруч з нею на фундаменті 47 встановлено вертикальний елеватор 48, підкріплений фермою 49, що оснащена майданчиками обслуговування. Елеватор 48 знизу має приймальний фланець, до якого приєднано через зернопровід рукав перекидного клапана 26 днища 4. Інший рукав перекидного клапана 26 з'єднано з транспортером для відвантаження зерна (не показано). До фундаменту 47 закріплено самоспожнювальний приймальний бункер 50 зерна, вивантажувальна горловина якого сполучена переважно зернопроводом через засувку з приймальним фланцем вертикального елеватора 48. Відвантажувальний фланець, що знаходиться зверху вертикального елеватора 48, сполучений через рукав клапана 26 перемикання потоку і зернопровід з горловиною 14 даху 2. Інший рукав клапана 26 забезпечує через зернопровід відвантаження кондиційного зерна безпосередньо в кузов автомобіля. Для очищення зерна від зернових відходів на відвантажувальному фланці у верхній частині елеватора 48 може бути встановлено очисник зерна (не показано).

При складанні сушарки і устаткування для її експлуатації виконуються наступні етапи:

1. Заводське складання вузлів зерносушарки (даху, корпусу, днища, аератора, ґратчастої оболонки і підставок) з урахуванням припустимих габаритів для перевезення.

2. Агрегатне складання вузлів зерносушарки на фундаменті в польових умовах.

Етап 1

Дах 2 збирають послідовним скріпленням між собою вертикальних 10 і похилих 11 ребер, а також обшивки. Обшивку прикріплюють до похилих ребер. У верхній частині конструкції похилі 11 ребра між собою скріплюють шпангоутом 12, а в нижній частині - кільцевим поясом 13. До шпангоута 12 через обшивку у вершині прикріплюють знімну конічну юбку з горловиною 14 (юбку з горловиною прикріплюють на етапі завершення агрегатного складання). За допомогою фланців на вертикальних 10 ребрах даху 2 прикріплюють до верхнього торця корпусу 3 з забезпеченням кільцевого зазору 15 для виходу зовні відпрацьованих газів.

Корпус 3 збирають із секцій. Кожна секція складається із оболонок 17, 18, що з'єднують між собою через поздовжні ребра 16 жорсткості. До поздовжніх ребер 16 із внутрішньої сторони в "шаховому" порядку по висоті і периметру закріплюють за допомогою держаків кронштейни 20 Л-подібного профілю в поперечному перерізі. Зовні до зовнішньої 18 оболонки за допомогою клею закріплюють пінопластові блоки теплозахисту.

Днище 4 збирають з оболонок - циліндричної 22 і конічної 21 форми, які з'єднують між собою через конічний перехідник. Оболонку 22, що виконана з перфораціями, на верхньому торці оснащують фланцем для з'єднання з нижнім фланцевим торцем корпусу 3. До оболонки 22 за допомогою болтового з'єднання зсередини закріплюють поздовжні ребра 16 жорсткості, а до них із зовнішньої сторони через зовнішню перфоровану оболонку 22 болтами прикріплюють поздовжні опори 8 зерносушарки 1, наприклад, шість. Після чого до ребер 16 зсередини за допомогою само нарізних гвинтів закріплюють внутрішню перфоровану оболонку 23. Оболонку 21 збирають шляхом прикріплення болтами листових секторів до конічного перехідника і між собою внапуск по периметру. Через пази, що попередньо виконані в секторах днища, прокладають стійки, що прикріплені до секції 31 аератора 5. Конічну знімну юбку з горловиною 25 прикріплюють знизу до секторів гвинтами.

Верхню 30 секцію труби аератора 5 складають окремо. Між її обичайками монтують кільцеві шайби 32 змінного поперечного перерізу. У верхній частині до труби аератора 5 закріплюють конічну кришку.

До нижньої 31 секції аератора 5 через фланець 33 і мембрану 29 (що поділяє верхню і нижню секції) закріплюють нижніми фланцевими торцями секцію 30 і ґратчасту оболонку 6. У нижню 31 секцію вмонтовують патрубки 35, 36 і 39, а до них через трубопроводи закріплюють вузли 37, 38 і 40. Через отвори в мембрані 29 рукави патрубків 35, 36 виводять до порожнини секції 30. До бічної поверхні нижньої 31 секції за допомогою болтів закріплюють вертикальні стійки 9.

Ґратчасту оболонку 6 збирають на болтах з декількох фланцевих секцій. До зовнішньої поверхні ребер секцій в "шаховому" порядку протилежно корпусним кронштейнам 20 закріплюють кронштейни 42 з кріпильними шпильками у вершині.

Підставку 7 збирають з двох багатокутників, виготовлених переважно із квадратних труб. На внутрішньому багатокутнику встановлюють кронштейни 46 для кріплення до них стійок 9 аератора 5, на зовнішньому - кронштейни 46 для кріплення до них поздовжніх опор 8 зерносушарки.

Етап 2

До підставки 7 за допомогою опор 8 прикріплюють днище 4 (без секторів конічної оболонки 21), а за допомогою стійок 9 прикріплюють нижню 31 секцію аератора 5 з опорним фланцем 33.

Усередині верхньої секції корпусу 3 встановлюють верхню секцію ґратчастої оболонки 6. Між кронштейнами 20 корпусу і 42 ґратчастої оболонки гвинтовим з'єднанням закріплюють перфоровані перемички 43.

5 Зібрану сумісно з секцією 6 верхню секцію корпусу 3 підіймають і встановлюють на фланцевий торець оболонки 22 днища 4. При цьому верхня секція оболонки 6 опирається на фланець 33 нижньої 31 секції.

Дах 2 (без горловини 14 з юбкою) підіймають і за допомогою фланців на вертикальних ребрах 10 закріплюють болтами до фланця верхньої 30 секції корпусу 3. Стик між кільцевим поясом 13 і внутрішньою оболонкою 17 корпусу 3 перекривають накладками.

10 Послідовно зверху донизу встановлюють і закріплюють між собою болтовим з'єднанням інші секції корпусу 3, що складені з секціями ґратчастої оболонки 6 і перемичками 43. Стиги між внутрішніми оболонками 17 з'єднують секційними поясами (накладками).

15 У нижній частині оболонки 17, 18 корпусу 3 прикріплюють через накладки до аналогічних за діаметром оболонок 22, 23 днища 4, а нижній фланцевий торець ґратчастої оболонки 6 закріплюють до фланця 33.

Через центральний отвір у даху 2 (при знятій горловині 14) окремо зібрану верхню 30 секцію аератора 5 пропускають зверху донизу (за допомогою крана) і розміщують всередині ґратчастої оболонки 6. Її нижній фланцевий торець болтами також закріплюють до фланця 33.

20 Трубопроводи, що приєднані до патрубків 35, 36 і 39, прокладають назовні через отвори, що виконані в секторах 21 днища 4, і приєднують до закріплених на фундаменті 47 відповідно блоків - "вентилятор-нагрівач" 37, "озонатор-компресор (вентилятор)" 38 і до вентилятора 40.

25 Наприкінці складання сушарки до даху 2 прикріплюють юбку з горловиною 14, а до днища 4 знизу (після установки необхідних приладів для контролю стану середовища і зерна) закріплюють конічну юбку з горловиною 25, до якої через електрозасувку закріплюють клапан 26.

30 Поруч із зерносушаркою 1 на бетонному фундаменті 47 встановлюють вертикальний елеватор 48, що підкріплений фермою 49. Один рукав клапана 26 з'єднують через зернопровід (транспортёр) з приймальним фланцем елеватора 48. Інший рукав клапана 26 з'єднують з відвантажувальним транспортером (не показано). Між відвантажувальним фланцем у верхній частині елеватора 48 і горловиною 14 даху 2 (через клапан перемикання потоку) прикріплюють зернопровід.

До фундаменту 47 закріплюють бункер 50 зерна. Його випускну горловину через засувку і зернопровід приєднують до приймального фланця елеватора 48.

Робота аераційної зерносушарки здійснюється наступним чином:

35 Склад устаткування для забезпечення запропонованих технологій (варіант використання зернопроводів) наступний:

Устаткування загальне:

- силосна аераційна зерносушарка;
- вертикальний елеватор, підкріплений фермою;
- 40 • трубопроводи подачі повітря і озono-повітряного середовища;
- зернопроводи;
- прилади контролю параметрів газового середовища і вологості зерна;
- джерело електроживлення;
- бункер приймальний, що самоспорожнюється.

45 Устаткування для комбінованого сушіння і досушування зерна:

- нагрівач регульованої потужності;
- високонапірний вентилятор регульованої продуктивності;
- високонапірний вентилятор для охолодження зерна;
- генератор озону, сполучений з компресором (вентилятором).

50 Устаткування для сушіння зерна в середовищі озону, дезінфекції зерна і передпосівної обробки насіння:

- нагрівач регульованої потужності;
- високонапірний вентилятор регульованої продуктивності;
- 55 • вентилятор для продувки зерна в порожнині днища;
- генератор озону регульованої потужності, сполучений з компресором (вентилятором).

сушіння і досушування зерна здійснюються наступним чином:

Електроустаткування сушарки 1 підключають до джерела електроживлення. У робочій порожнині 41 сушарки за рахунок подачі через верхню секцію 30 аератора 5 нагрітого повітря створюють задану температуру, вищу, ніж навколишня температура приблизно на 30-70 °С.

Включають вертикальний елеватор 48. Вивантажувальна горловина 25 на днищі 4 при цьому перекрита засувкою.

У бункер 50, наприклад, з автомобіля, завантажують зерно, яке передають зернопроводом (транспортером) при відкритій на бункері електрозасувці в елеватор 48. Далі зерно через вивантажувальний фланець у верхній частині елеватора, клапан перемикання потоку зерна, зернопровід і патрубок 14 на даху 2 перевантажують в сушарку 1. Потік зерна, що протікає через патрубок 14, встановлений із заданим зазором до конічної кришки аератора 5, рівномірно розподіляється по периметру робочої порожнини 41. На перфорованих перемичках 43 потік зерна розпушується і через вузькі зазори між перемичками рівномірно просипається зверху донизу. При цьому за рахунок піддування повітря через перфорації навколо перемичок 43 забезпечують його "завислий" стан.

Підігріте повітря від джерела 37 через трубопровід 35 під тиском подають у секцію 30 і далі через перфорації в аераторі передають до робочої порожнини 41. Завдяки кільцевим шайбам 32 об'єми повітря, що подають до порожнини сушарки, розподіляються по висоті в залежності від щільності насипу. Найбільший об'єм повітря подають до її нижньої частини. Після обробки зерна відпрацьований газ виходить за межі сушарки через перфорації в оболонці 17 у "засорочкову" порожнину 19 і далі в зазор 15 під дахом. Газ, який може в процесі сушіння накопичуватися під обшивкою даху 2, виходить назовні через зазори між обшивкою і верхнім торцем пояса 13.

Після заповнення порожнини 41 зерносушарки 1 зерном вище рівня аератора 5 відкривають засувку на вивантажувальній горловині 25 днища 4. Зерно через рукав клапана 26 і зернопровід надходить в елеватор 48 і далі в робочу порожнину 41, проходить днище 4 і подається на повторний цикл обробки зерна. При цьому швидкість протікання різних видів зерен через зазори між перемичками 43 може регулюватися засувкою на вивантажувальній горловині 25 і продуктивністю елеватора 48.

При досягненні заданої температури повітря всередині робочої порожнини 41 сушарки 1 (при перепаді внутрішньої і зовнішньої температури повітря не менш як 30 °С) включають вентилятор 39 системи охолодження зерна. Навколишнє повітря подають до нижньої секції 31 аератора, і воно виходить через перфорації в конічному днищі 34 в протиток до руху зерна. Для інтенсифікації процесу відводу вологи при сушінні зерна можливе підключення до роботи блока 38. Газ, що подають від вентилятора 39 і блока 38 у нижню 31 секцію, проходить через шар нагрітого зерна і, відібравши від нього надлишкову вологу, виходить за межі сушарки по найкоротшому шляху в радіальному напрямку через перфорації в циліндричних обичайках 23, 22 днища 4, а також частково через "засорочкову" порожнину 19 без повторного контакту із зерном.

За декілька циклів нагрівання і періодичного охолодження в процесі рециркуляції зерно досягає кондиційної вологості (за показниками датчиків). Клапан 26, розташований на горловині 25 днища 4, перемикають у положення відвантаження, і зерно через відвантажувальний рукав клапана 26 передають споживачеві (через похилий транспортер). При використанні аналогічного клапана на відвантажувальному фланці у верхній частині елеватора 48 зерно подають безпосередньо в кузов автомобіля. Після відвантаження порції кондиційного зерна із зерносушарки клапан 26 перемикають у положення рециркуляції зерна і одночасно відкривають засувку на бункері 50. Зерносушарку 1 чи повністю завантажують, якщо було повне відвантаження, або довантажують новою порцією зерна, якщо відвантаження було не повним. Подальше сушіння при довантаженні нової порції за рахунок перемішування зерна і перерозподілу вологи в насипі відбувається швидше. Відходи зернового сміття, які в процесі сушіння зерна збираються всередині "засорочкової" порожнини 19, пересипаються в днище 4 зернопроводом через кільцевий зазор 24.

У літній період запропонована технологія сушіння зерна може бути суттєво здешевлена шляхом використання 25-40 °С тепла навколишнього середовища. Технологія включає нагрів зерна в порожнині сушарки впродовж 2-4 циклів за допомогою вентилятора і теплонагрівача, який після цього відключають, а нагріте зерно у подальшому сушать за допомогою вентилятора теплим навколишнім повітрям до кондиційного стану. Ця технологія, в порівнянні з методом постійного нагріву і періодичного охолодження зерна, є декілька менш продуктивною, однак не менш, як на 30 % за електричною енергією менш витратною.

Сушіння зерна з додаванням озону здійснюються наступним чином:

Проводять при додаванні в робочу порожнину 41 від джерела 38 малих доз озону для підвищення стійкості зерна від псування шкідниками. Обробка зерна малими дозами озону в процесі рециркуляції дозволяє забезпечити надійне зберігання зерна, у тому числі і у

непристосованих (без аерації) сховищах (коморах), а також профілактику зерна для його наступного тривалого зберігання.

Сушіння зерна в середовищі, збагаченому озоном, проводять аналогічно операціям, переліченим вище. При цьому температура повітря в міжзерновому просторі для оптимального використання дезінфікуючих властивостей озону не повинна бути вище 50 °С. Навколишнє нагріте повітря і озоно-повітряну суміш заданої концентрації одночасно подають через трубопроводи 35, 36 і змішують в порожнинах аератора 5.

Концентрацію озону в утвореній озоно-повітряній суміші вимірюють за допомогою газоаналізатору на O₃.

Як варіант, сушіння зерна може проводитися при подачі озону тільки в нижню її частину (днище сушарки).

Ця технологія має низькі показники експлуатаційних витрат.

Дезінфекція і детоксикація зерна в середовищі озоно-повітряної суміші здійснюються наступним чином.

Дезінфекцію застосовують для виключення псування вологого зерна мікрошкідниками з наступним його сушіння, а також для придушення комірних шкідників у сухому зерні. Детоксикацію озоном проводять для зерна, що вже має первинні ознаки псування (наприклад, яке пролежало у вологому стані на відкритому складі більш 3-х діб), і застосовують для придушення токсинів з метою наступного безпечного використання. Технологія детоксикації вимагає вищих концентрацій і доз озону в порівнянні із дезінфекцією зерна.

Озонову обробку зерна здійснюють при температурі 20-50 °С, при якій озон має найбільшу (за даними експерименту) дифузійну і окисну здатність. Тому повітря в сушарці після завантаження в неї зерна (у холодний час) попередньо нагрівають за рахунок його пропущення через теплонагрівач.

Задані дози озону для дезінфекції і детоксикації зерна досягаються, виходячи з потужності генератора озону і часу експозиції, тобто часу впливу озону на зерно за кілька циклів його рециркуляції через робочу порожнину 41.

Передпосівна обробка насіння здійснюється наступним чином:

Для передпосівної обробки насіння озоном з метою підвищення врожайності експериментальним шляхом визначають свої, оптимальні дози насичення озоном для кожного виду насіння, при яких максимально стимулюється їх ферментна система. Після завершення (за кілька циклів рециркуляції) процесу насичення насіння озоном (щоб не змінити дозу насичення) його продувають повітрям для видалення залишків озону з міжзернового простору.

Роботи з передпосівної обробки насіння проводять на силосних зерносушарках, виготовлених переважно з нержавіючої сталі або таких, що мають спеціальне покриття (для виключення озонової корозії металу), малої місткості, до 10 т з повним вивантаженням насіння.

Як варіант, передпосівну обробку насіння можливо проводити в нижній частині сушарки при використанні блока 38.

В основі покладених рішень щодо усунення недоліків відомих конструкцій сушарок є результати проведених заявниками експериментів, які показали, що 40-хвилинне сушіння в моделі сушарки порції пшениці в 100 кг із вологістю 18 % при постійному нагріванні повітрям до 50 °С зменшує вміст води тільки на 10 %. У той же час 30-хвилинне сушіння тієї ж порції зерна при такій же температурі з наступною 10-хвилинною продувкою атмосферним повітрям при температурі 20 °С зменшує вміст води на 14 %. Тобто така ступінчасте сушіння зерна здійснюється в 1,4 рази швидше попередньої з постійним нагріванням при зменшенні енерговитрат.

Аналіз механізму підвищеної вологовіддачі при охолодженні нагрітого зерна показав наступне.

Величина потоку пароподібної води, що рухається при сушінні до поверхні зерна, залежить, як відомо, від суми градієнтів вологості, температури і тиску.

На початковому етапі нагрівання вологість поверхневих шарів зерна поступово знижується, що викликає підвищену дифузію води. Градієнт вологості при цьому має позитивний знак, що збільшує швидкість дифузії. Коли подальше зерно прогривається вглиб, градієнт температури має негативний знак, що перешкоджає дифузії води до поверхні і сповільнює її витяжку.

Для інтенсифікації процесу сушіння пропонується, коли швидкість витяжки води із нагрітого зерна вповільнюється, зерно продути навколишнім повітрям, що має більш низьку температуру. Тоді на ділянці охолодження градієнти температури і вологості будуть мати однаковий позитивний знак, що збільшить сумарний потік води від ядра до поверхні. При цьому за рахунок звуження охолоджених зовнішніх шарів зерна і розширення внутрішніх, нагрітих на попередньому циклі, усередині зерна з'являється градієнт надлишкового тиску

водяної пари з тим же позитивним знаком, що й градієнти температури і вологості, який додатково збільшить потік вологи від ядра до поверхні. При однаковій вихідній температурі агента величина потоку вологи, викликаного сумою градієнтів температури, вологості і тиску на ділянці охолодження, буде приблизно в 1,4 рази більшою, ніж при сушінні зерна з постійною високою температурою.

Слід зазначити, що в початковий період сушіння вологість на поверхні зерна дуже висока і природне повітря не в змозі її відводити. Тому підігрів повітря на цьому етапі виправданий і ефективний. На етапі сушіння зерна, коли зерно достатнє нагріте, подальше використання нагрітого повітря є менш ефективним в порівнянні з навколишнім і економічно не виправдане.

Тому комбінований багатоступеневий метод сушіння із забезпеченням рівномірності дифузії вологи і забезпеченням природного стану зерна в умовах помірних температур може бути ефективно реалізований у рециркуляційній силосній сушарці шляхом поперечної продувки повітрям потокового зерна через двосекційний аератор, зверху нагрітим, а знизу - навколишнім повітрям одночасно чи періодично з використанням навколишньої температури повітря, яке в літній час досягає 30-40 °C.

За рахунок введення в конструкцію прототипу суттєвих удосконалень через забезпечення комбінованої технології сушіння поточного зерна нагрітим і навколишнім повітрям, (що виключає пересушування і недосушування зерна, розтріскування і загоряння при сушінні олійних культур), використання як теплоносія електричної енергії, а також можливості роботи на природному паливі та відходах рослинного і органічного походження, забезпечення перемішування і зведеного стану зерна в робочій порожнині, використанню для дезінфекції і передпосівної обробки насіння озono-повітряної суміші, виготовленню сушарки у вигляді термосу, що зменшує вплив навколишніх умов, та інших інновацій забезпечується промислова продуктивність сушарки, високі технічні, екологічні і енергетичні показники, надійність і довговічність сушарок, висока якість продукції, трьохмісячна окупність при експлуатації.

Низькотемпературна технологія, що пропонується, може бути ефективно використана також в термічних сушарках для зменшення енерговитрат і підвищення якості продукції. Спільне використання для сушіння зерна в одному блоці високо- і низькотемпературної сушарок забезпечує високу продуктивність процесу, м'яке якісне сушіння зерна, зменшені енерговитрати. Термічна сушарка в такій комбінації може виконуватись без камери охолодження, що дозволить збільшити її продуктивність.

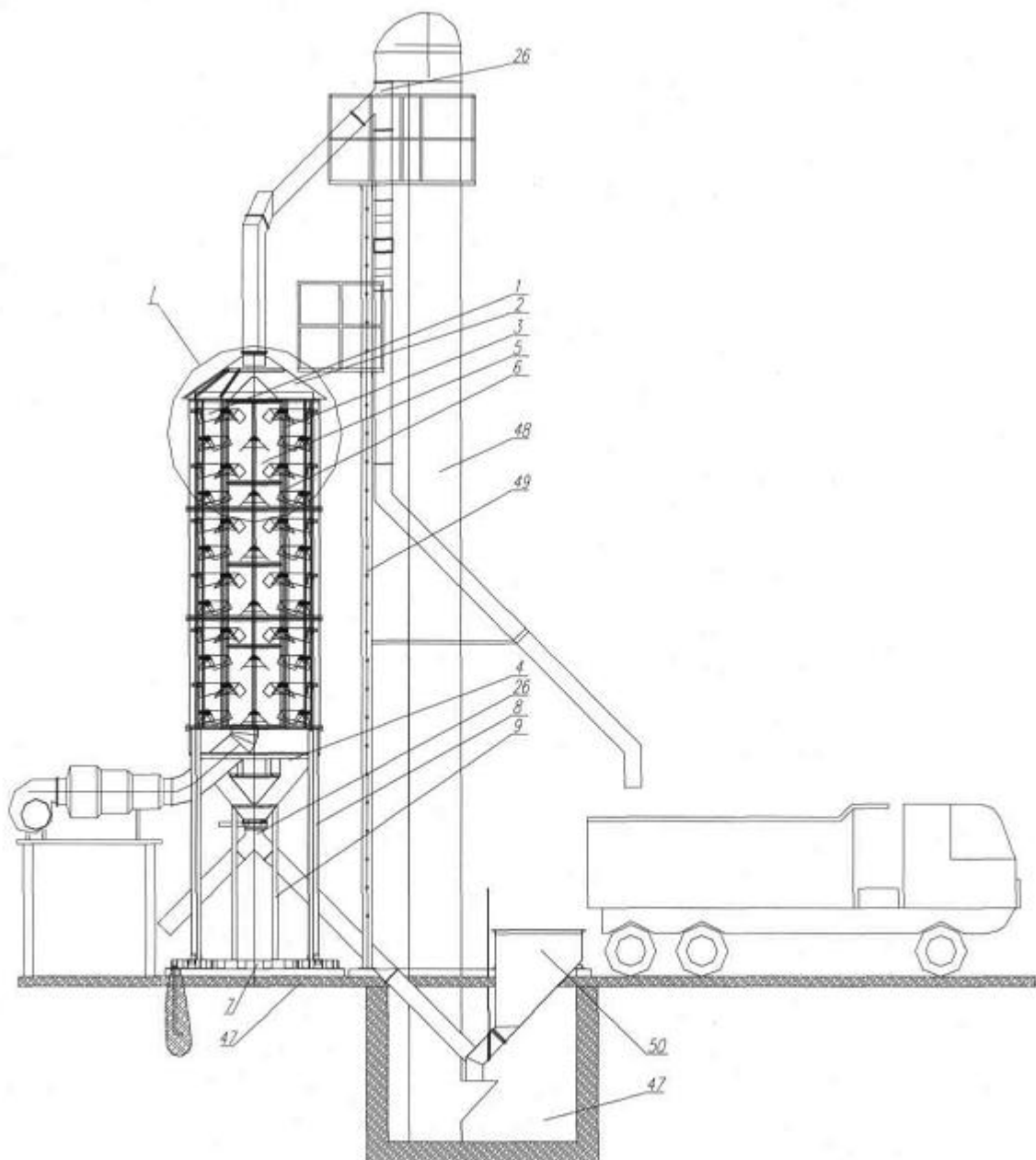
Джерела інформації:

1. Sukup, США, WWW.sukup.com.
2. GSI international, США, WWW.gsiag.com.
3. Chieff, США, WWW.agri.chieffmd.com.
4. Pholnix, Канада, WWW.phoenixrotary.com.
5. Tornum, Швеція, WWW.tortum.com.
6. Riela, Німеччина, WWW.riela.de.
7. Dina, Іспанія, WWW.dinasal.com.
8. Cimbria heid, Австрія, WWW.heid.cimbria.com.
9. Araj, Польща, WWW.araj.pl.
10. Dan-corn, Данія, WWW.dancorn.dk.
11. Публікація Росії 05-08 2005 3134862 NDN.
12. Патент від 28.02.2012 US 8.124.009 B2.

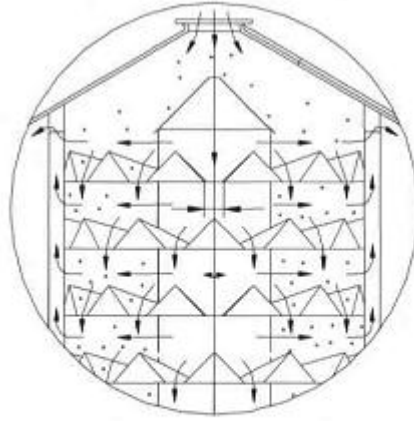
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Аераційна низькотемпературна зерносушарка, що містить корпус, виконаний у вигляді порожнистого циліндра, підкріпленого вертикальними опорами до основи, який включає дах з горловиною, обшивка якого закріплена за допомогою кронштейнів із зазором до верхнього торця корпусу, виконаного з двох оболонок - внутрішньої перфорованої і зовнішньої, з'єднаних з проміжком між собою за допомогою вертикальних ребер жорсткості, конічне днище з горловиною, що закріплене до нижнього торця корпусу, всередині якого на висоту його твірної встановлено секційний перфорований аератор, виконаний у вигляді труби, оснащений зверху конічною кришкою, а знизу підпирними стійками і трубопроводами, приєднаними до джерел постачання теплоносія і озono-повітряної суміші, яка **відрізняється** тим, що аератор виконаний з двох автономних секцій, розділених мембраною, - верхньої, розміщеної в порожнині корпусу, оснащеної усередині по висоті порожнини шайбами заданого поперечного перерізу і сполученої з джерелами постачання теплоносія і озono-повітряної суміші, і нижньої, розміщеної у нижній частині порожнини корпусу і частково в порожнині днища і сполученої з джерелом постачання

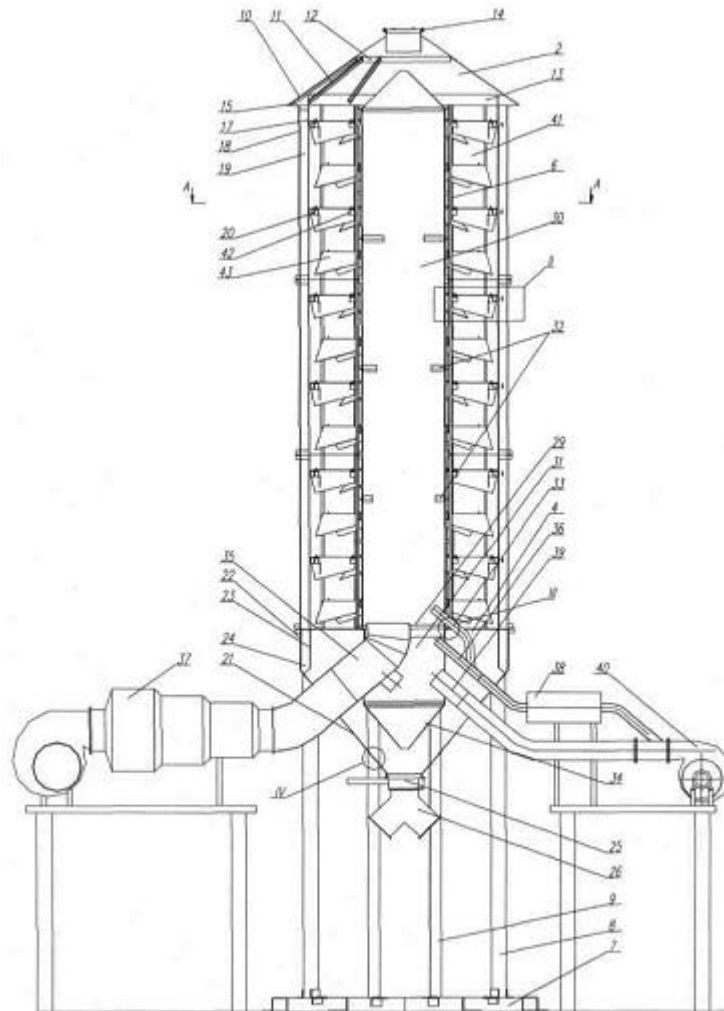
- навколишнього повітря, причому на зовнішній оболонці корпусу напроти нижньої секції аератора виконано кільцеву ділянку, що має перфорації, а підпірні стійки аератора прокладені крізь отвори, що виконані в стінці днища і закріплені, як і вертикальні опори сушарки, до відповідних кільцевих підставок, які з'єднані з основою, навколо аератора із зазором до його
- 5 поверхні розташовано оболонку, виконану ґратчастої конструкції і закріплену нижнім торцем до фланця, змонтованого на нижній секції аератора, а до кронштейнів, що протилежно встановлені на ребрах ґратчастої оболонки і вертикальних ребрах корпусу, закріплені у шаховому порядку в ярусах перемички Λ -подібного профілю у поперечному перерізі і оснащені перфораціями, при цьому горловини даху і днища сушарки з'єднані зернопроводами відповідно з випускним і
- 10 приймальним фланцями поряд із сушаркою вертикального елеватора, закріпленого до основи, а до випускних горловин днища і фланця елеватора закріплені клапани перемикання потоку зерна, крім того до основи закріплений бункер зерна, випускна горловина якого через засувку і зернопровід сполучена з приймальним фланцем елеватора.
2. Аераційна низькотемпературна зерносушарка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що відстань між перфорованими поверхнями аератора і внутрішньої оболонки корпусу, що дорівнює товщині шару зерна, який продувається, становить від 0,3 до 1,5 м.
- 15 3. Аераційна низькотемпературна зерносушарка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що днище складене із двох оболонок: нижньої, виконаної у вигляді зрізаного тонкостінного конуса, і верхньої, що має вигляд циліндричної юбки, складеної із зовнішньої і внутрішньої
- 20 перфорованих оболонок, підкріплених між собою вертикальними ребрами, причому внутрішня оболонка нижнім торцем встановлена з зазором до поверхні корпусу, діаметр отвору якого становить 0,4-0,6 м і який перекритий знімною конічною юбкою, оснащеною випускною горловиною.
4. Аераційна низькотемпературна зерносушарка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що нижня секція аератора складена із оболонки у вигляді порожнистого циліндра, оснащеного у верхній частині фланцем, в нижній частині тонкостінним конічним днищем, виконаним з перфораціями, а всередині - патрубками, що приєднані трубопроводами до джерел постачання озono-повітряної суміші, нагрітого і навколишнього повітря, причому патрубки для нагрітого повітря і озono-повітряної суміші виконані кожний з двома теплоізольованими рукавами, оснащеними
- 25 засувками, які прокладені відповідно до порожнин верхньої і нижньої секцій аератора.
5. Аераційна низькотемпературна зерносушарка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що перемички Λ -подібного профілю виконані у вигляді трапеції, ширина яких при їх установці ярусами у шаховому порядку виключає у вертикальному напрямку наскрізний прохідний зазор, причому з внутрішньої сторони перемички оснащені поперечними перфорованими стінками, на їх зовнішніх поверхнях під нахилом до осі аератора закріплені ребра, а відстань між ярусами
- 30 перемичок становить 0,3-1,2 м.
6. Аераційна низькотемпературна зерносушарка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що клапан перемикання потоку, що закріплений до горловини днища, одним рукавом через зернопровід з'єднано з приймальним фланцем елеватора, іншим рукавом сполучено з відвантажувальним транспортером, а аналогічний клапан, що закріплено до випускного фланця елеватора, одним рукавом з'єднано через зернопровід з горловиною даху, а до іншого рукава прикріплено зернопровід відвантаження зерна.
- 40 7. Аераційна низькотемпературна зерносушарка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що обшивку даху виконано у вигляді зрізаного тонкостінного конуса, підкріпленого каркасом, у верхній частині даху закріплений фланець, діаметр якого більший, ніж діаметр аератора, а в нижній його частині по периметру каркаса із зазором до обшивки встановлено кільцевий пояс, приєднаний до торця внутрішньої перфорованої оболонки корпусу, причому горловина даху знизу оснащена циліндричною юбкою, що закріплена до згаданого фланця через роз'ємний стик.
- 45 8. Аераційна низькотемпературна зерносушарка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що до основи закріплено бункер зерна, випускна горловина якого через засувку і транспортну лінію сполучена з приймальним фланцем елеватора.
- 50



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

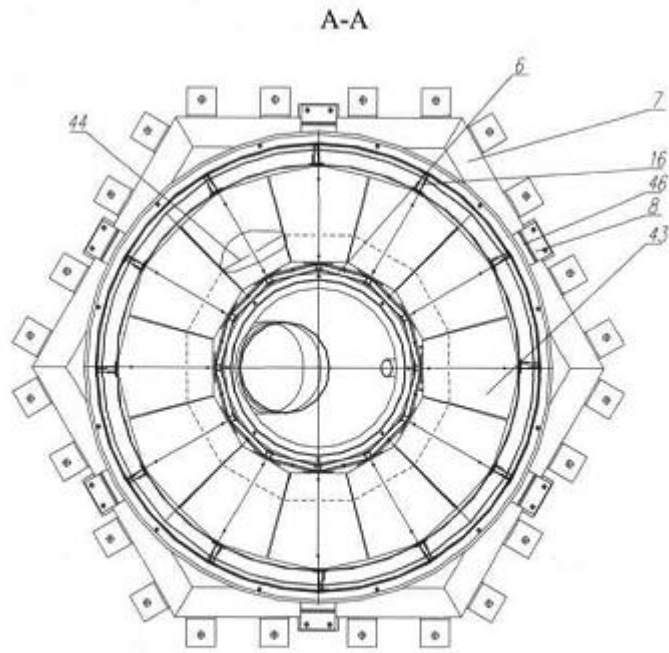


Fig. 4

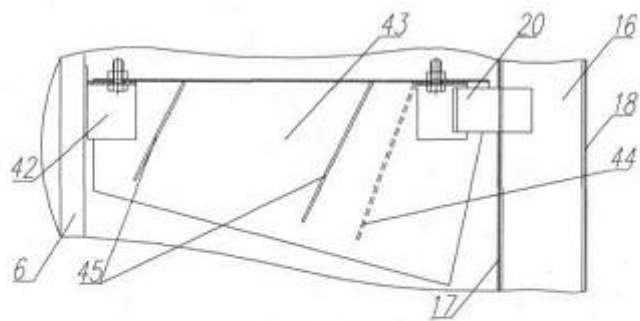


Fig. 5

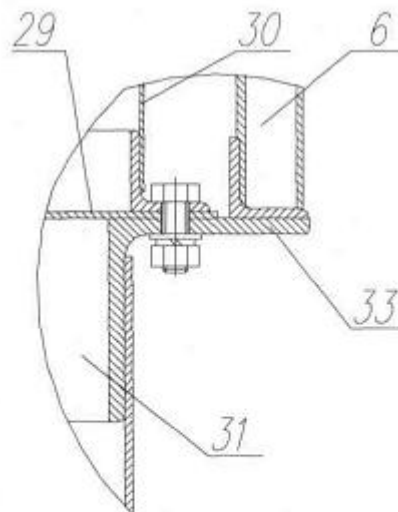


Fig. 6

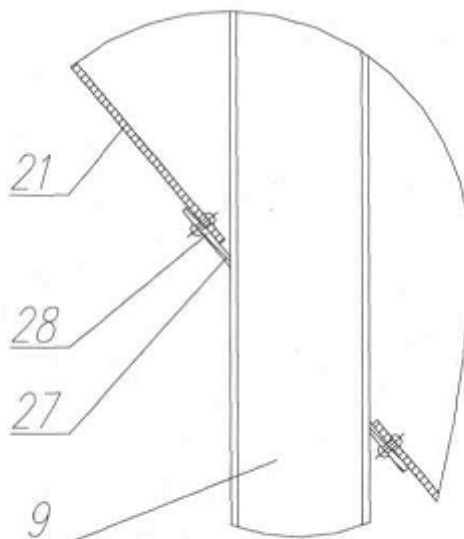


Fig. 7

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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