



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62931 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
A01F 25/00  
E04H 7/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ЗЕРНОСХОВИЩЕ-СУШАРКА НА СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГІЇ

1

2

(21) u201100993

(22) 31.01.2011

(24) 26.09.2011

(46) 26.09.2011, Бюл.№ 18, 2011 р.

(72) ОХРИМЕНКО АНАТОЛІЙ ЛУКІЧ

(73) ОХРИМЕНКО АНАТОЛІЙ ЛУКІЧ

(57) Зерносховище-сушарка на сонячній енергії, що містить бункер, який включає корпус з перфорованою боковою поверхнею, всередині якого розміщена повітророзподільна перфорована труба, яка оснащена рухомим еластичним гофрованим

циліндром, з'єднаним з гофрованим клапаном та електроventильатором і пристроєм для їх переміщення, яке **відрізняється** тим, що бункер встановлено на конусоподібному підвищенні, в якому радіально виконана траншея, а по центру - вертикальна ніша, в якій встановлено трубопровід-гармошку, котрий з'єднаний верхнім кінцем з рухомим еластичним гофрованим циліндром, а нижнім, через розміщений у траншеї трубопровід, із нагрівачем повітря - сонячним колектором.

Корисна модель відноситься до елеваторної техніки і може використовуватись для доведення до кондиції і збереження зернових культур.

Відоме зерносховище, яке представляє собою бункер, що включає секційний з перфорованою боковою поверхнею корпус, всередині якого розміщена і з'єднана з вентилятором, через гнучкий рукав, повітророзподільна перфорована труба, яка оснащена рухомим клапаном і еластичним гофрованим циліндром, армованим пружиною розтягування з пристроєм для розтягування даної пружини, а бункер додатково оснащений, розміщеним з можливістю зворотно-поступального руху в направляючих по зовнішній боковій поверхні, порожнистим тороїдом в якому, прилегла до бункера поверхня виконана у вигляді перфорованої обічайки, а до нижньої поверхні тороїда, через отвори в його корпусі, герметично приєднані еластичні гофровані труби і другий вентилятор, при цьому еластичний гофрований циліндр в повітророзподільній трубі приєднаний до нижнього торця порожнистого рухомого клапана, в якому бокові стінки виконані перфорованими, крім того гнучкий рукав повітророзподільної труби оснащений ділянкою, яка орієнтована на сонце і поверхня якої виконана із чорної теплопоглинаючої плівки, армованої спеціальною пружиною, а приєднаний до кінця цієї ділянки вентилятор встановлений з можливістю переміщення (UA 25194 A, 1995 р. A01F 25/08).

Дане технічне рішення має складну для реалізації і, відповідно, ненадійну конструкцію. Громізд-

кий порожнистий тороїд, що опоясує корпус бункера по усьому периметру, при переміщенні буде заклинювати і не зможе герметично прилягати до бункера своєю перфорованою поверхнею, тому значна частина повітря буде попадати не у зернову масу, а назад, в навколишнє середовище, а ділянка рукава, яка орієнтована на сонце і поверхня якої виконана із чорної теплопоглинаючої плівки, хоч і є джерелом відновлюваної "нетрадиційної" енергії, але має малу площу, із-за обмежених розмірів рукава. Тому її потужність мізерно мала і не зможе помітно знизити енерговитрати технологічного процесу. Адже зниження вологості зернової маси, при сушінні, потребує солідних затрат енергії, вартість якої суттєво підвищує собівартість зернової продукції. Також, при завантаженні і розвантаженні бункера отвори перфорації, внаслідок розпірних зусиль, будуть забиватися дрібними фракціями застрягнутих в них частинок зернистого матеріалу, що призведе до значного підвищення опору вентиляванню. Це стане причиною різкого зниження ефективності сушіння і охолодження зерна. Тому дане технічне рішення стає практично непрацездатним при експлуатації. Крім того, технологія порційного завантаження бункера зерном, після підсушування раніше завантаженої порції, стримує продуктивність процесу збирання урожаю, що є негативним фактором, особливо при нестійких погодних умовах.

Найближчим аналогом до запропонованої корисної моделі є зерносховище досушувальне ене-

(19) UA (11) 62931 (13) U

роекономне, яке містить електровентилятор і бункер, який включає секційний з перфорованою боковою поверхнею корпус, всередині якого розміщена і з'єднана з електровентилятором, через гнучкий гофрований рукав, повітророзподільна перфорована труба, яка оснащена рухомим клапаном з еластичним гофрованим циліндром і пристроєм для переміщення пересувного клапана разом з еластичним гофрованим циліндром, крім того зерносховище оснащено робочим органом вітрогенератора, який через блок безперебійного живлення постачає енергію до електровентилятора, а вздовж повітророзподільної перфорованої труби установлені тарілчасті відбивачі, також рухомий клапан являє собою герметичну конструкцію, яка виконана у вигляді еластичного гофрованого циліндра, а відкриття тієї, чи іншої ділянки повітророзподільної перфорованої труби, може виконуватись вибірково, у відповідності з програмою керування, крім того робочий орган вітрогенератора закріплений зверху на бункері (UA 33440, 2008 р. A01F 25/00).

Недоліком такого зерносховища є низька продуктивність процесу сушки із-за використання для вентилявання безпосередньо повітря із навколишнього середовища, без можливості його суттєвого підігрівання за допомогою екологічно чистої відновлюваної енергії, наприклад сонячної.

Задачею корисної моделі є створення зерносховища-сушарки з підвищеною продуктивністю сушіння великих мас зерна, при використанні для підігріву повітря нетрадиційних генераторів тепла, наприклад повітряного сонячного колектора. Зерносховище-сушарка такого типу повинна забезпечити якісний процес сушіння великих мас зерна екологічно чистими джерелами відновлюваної енергії.

Ця задача досягається тим, що зерносховище-сушарка на сонячній енергії містить бункер, який включає корпус з перфорованою боковою поверхнею, в середині якого розміщена повітророзподільна перфорована труба, яка оснащена рухомим еластичним гофрованим циліндром з'єднаним з гофрованим клапаном та електровентилятором і пристроєм для їх переміщення, причому, згідно з корисною моделлю, бункер установлено на конусоподібному підвищенні, в якому радіально виконана траншея, а по центру вертикальна ніша, в якій установлено трубопровід-гармошку, котрий з'єднаний верхнім кінцем з рухомим еластичним гофрованим циліндром, а нижнім, через розміщений у траншеї трубопровід, із нагрівачем повітря - сонячним колектором.

На Фіг.1 приведений загальний вигляд зерносховища-сушарки, на Фіг.2 приведений її вигляд зверху, на Фіг.3 і 4 показано улаштування відбивачів зернової маси від перфорованих поверхонь, які призначені для виключення розпірних зусиль від насипної маси і відповідно запобігання забиванню отворів перфорації окремими зернинами.

Зерносховище-сушарка на сонячній енергії (див. Фіг.1, Фіг.2) містить електровентилятор 1, бункер 2, секційний з перфорованою боковою поверхнею корпус 3. Всередині корпуса розміщена повітророзподільна перфорована труба 4. По вну-

трішній поверхні корпуса, а також по зовнішній поверхні перфорованої труби закріплено тарілчасті відбивачі 5 (див. Фіг.3, Фіг.4). На верхній частині перфорованої труби концентрично установлена завантажувальна крильчатка 6. Також в перфорованій трубі розміщено рухомий еластичний гофрований циліндр 7, до якого прикріплено на висоті "h" еластичний гофрований клапан 8. Електровентилятор установлено і закріплено безпосередньо в рухомому гофрованому циліндрі, до якого приєднано повітропровід-гармошку 9, який може в кілька разів змінювати свою довжину при розтягуванні, чи стисканні. Другий кінець даного повітропроводу з'єднаний, через нерухомий трубопровід 10, з нагрівачем повітря, наприклад повітряним сонячним колектором 11. Електровентилятор з гофрованими циліндром та клапаном оснащений пристроєм для переміщення 12 (наприклад тросо-блочним механізмом). На підлозі корпуса радіально установлено поворотний шнековий зачисний транспортер 13 (див. Фіг.2), а в центральній частині підлога оснащена вивантажувальними отворами із заслінками 14 які розташовані співвісно з повітророзподільною перфорованою трубою 4. Під отворами із заслінками, концентрично повітророзподільній трубі, міститься крильчатка 15, яка призначена для подачі зернової маси до вивантажувального транспортера 16. Також зерносховище-сушарка на сонячній енергії оснащена норією 17.

Монтаж зерносховища-сушарки на сонячній енергії виконується на підвищенні 18, яке формується із землі і бетонується. Дане підвищення містить траншею 19, а по центру - вертикальну нішу 20. В траншеї розміщується трубопровід 10, а повітропровід-гармошка 9 (при стисненому стані) розміщується у вертикальній ніші 20.

Зерносховище-сушарка на сонячній енергії працює наступним чином. Зернова маса подається норією 17 і крильчаткою 6 рівномірно розподіляється в циліндричному перфорованому корпусі 3. При необхідності в проведенні сушіння, охолодження чи провітрювання завантаженої зернової маси, пристрій для переміщення 12, керований через процесор по відповідній програмі, яка враховує початкову вологість і температуру зерна, а також температуру повітря навколишнього середовища, переміщує в потрібне для вентилявання положення гофрований циліндр 7 з електровентилятором 1 і клапаном 8, таким чином, щоб у їхньому проміжку висотою "h" опинився необхідний для вентилявання зерновий шар. Переміщення виконується, через тросо-блочну систему або ланцюг, при цьому повітропровід-гармошка стискається, або розтягується (в залежності від напрямку руху).

Включається в роботу електровентилятор 1 (див. Фіг.1 і Фіг.2), який нагнітає повітря в обмежену висотою "h" ділянку повітророзподільної перфорованої труби 4. Далі, повітря спрямовується за допомогою тарілчастих відбивачів 5, в горизонтальному напрямі і пронизує шари зернової маси. При роботі в режимі сушіння, електровентилятор, через трубопровід 10, висмоктує із сонячного колектора 11 нагріте повітря і нагнітає у зернову масу. Нагріте повітря, пронизує зерновий шар, і відбирає від нього вологу. При досягненні зовнішньої

бокової поверхні зернової маси (див. Фіг.3), повітря виходить через зернову поверхню, яка сформована кутом природного укусу (для зернових культур величина кута становить  $<30^\circ$ ) і на яку не діють розпірні зусилля. Тому отвори перфорованих поверхонь корпусу 3 і відповідно повітророзподільної труби 4 не будуть забиватися окремими зернинами, що забезпечить надійність і ефективність вентилявання. Потім повітря, через зазор між бункером і корпусом, відводиться назовні зерносховища.

Через заданий програмою проміжок часу (наприклад 1-2 години), гофровані циліндр 7 і клапан 8 переміщуються в наступне положення і в такому режимі відбувається порційне вентилявання всієї завантаженої в бункер зернової маси. Потім вентиляванню знову піддаються раніше провентильовані зернові шари (порції). В залежності від початкової вологості зерна і погодних умов - даний процес повторяється багато разів, на протязі від декількох годин до кількох діб.

Загальновідомо, що безпечний термін зберігання вологої зернової маси без вентилявання, наприклад при температурі  $20^\circ\text{C}$  і з вмістом вологи до 20 %: - для пшениці, жита і ячменю становить 2 тижні (див. Мельник Б.Є. Активное вентилирование зерна. Справочник. - М.: Агропромиздат, 1986. табл. 25, стр. 55). Тому, застосована в зерносховищі-сушарці на сонячній енергії технологія сушіння не призводить до псування зерна. При цьому витрачається для нагрівання повітря і відповідно сушіння зерна дармова і екологічно чиста енергія Сонця.

В нічний час, також проводиться вентилявання, наприклад для охолодження зернової маси, чи досушування. Адже згідно сучасних науково-практичних даних, для досягнення ефективності процесу сушіння, достатньо забезпечити перевищення температури нагнітаючого повітря відносно температури зернової маси лише на  $7^\circ\text{C}$ . Такої кількості тепла достатньо в навколишньому повітрі літом і на початку осені. При охолодженні, чи провітрюванні, повітря відбирається безпосередньо із навколишнього середовища, а в нічні години із колектора.

Вивантаження із бункера зернової маси виконується, при відкритих заслінках 14. Зерно поступає до крильчатки 15, яка подає його до вивантажувального транспортера 16.

Згідно реалізованого проекту: "Зберігання зерна в Україні" (ТАСIS\93\AFUK9302), рекомендована товщина вентиляваного шару при сушінні пшениці чи ячменю при 20 % вмісті вологи, повинна становити не більше 3,0 м. Тому, в створеному зерносховищі-сушарці на сонячній енергії, для прикладу, конструктивно виконаємо діаметри корпусу (поз. 3) і повітророзподільної перфорованої труби (поз. 4), відповідно розмірами 6,8 м, та 0,8 м.

При таких параметрах товщина вентиляваного шару буде становити 3,0 м. Висоту вентиля вального шару приймемо рівною  $h=1,68$  м. Тоді об'єм зернової маси в одному вентилявальному шарі складе  $Q_1=60\text{ м}^3$  і при щільності зернової маси в  $780\text{ кг/м}^3$ , маса зерна в одному вентиля вальному шарі складе  $G_1=46,8$  т. Приймаємо конструктивно сумарно висоту завантаження зерновою масою корпусу зерносховища-сушарки, рівну шести вентиля вальним шарам  $H=6\times h=6\times 1,68\text{ м}=10,8\text{ м}$  (див. Фіг.1). Тоді загальний корисний об'єм зерносховища-сушарки на сонячній енергії становитиме  $Q=6\times 60\text{ м}^3=360\text{ м}^3$ , де розміститься  $G=46,8\times 6=280\text{ т}$  зерна.

Практика показує, що зерно із вмістом вологи 20 % треба вентилявати потоком зовнішнього повітря в  $0,05\text{ м}^3/\text{с}$  (див. реалізований проект "Зберігання зерна в Україні" ТАСIS\93\AFUK9302). При рекомендованій витраті повітря в  $0,05\text{ м}^3/\text{с}$  на одну тону, необхідно, щоб продуктивність електровентилятора, що буде вентилявати один шар вище відмічених параметрів, становила близько:  $Q_v=(46,8\text{ т}\times 0,05\text{ м}^3/\text{с})\times 3600\text{ с}=8424\text{ м}^3$  за годину.

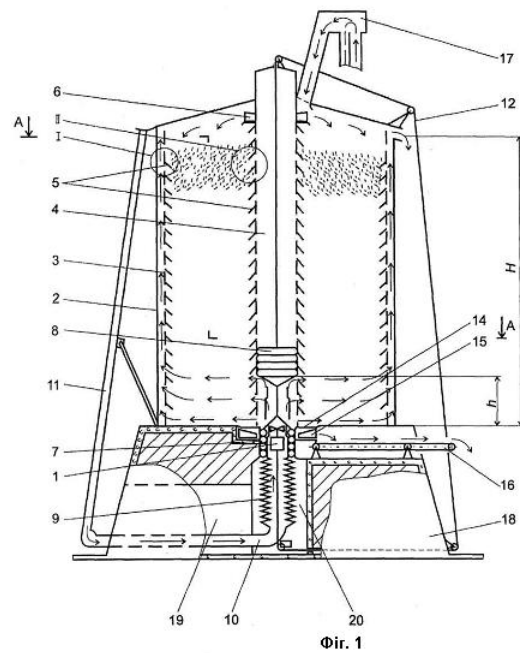
При цьому оптимальний тиск повітря на виході із вентилятора повинен бути не менше 110-120 мм водяного стовпчика (1100Па - 1200Па).

Такі параметри вентилявання може забезпечити вентилятор відцентрового типу середнього тиску. Найбільш енергоекономним вентилятором з регульованими параметрами є R3G500-AQ12-03. При потужності електродвигуна в 4,5 кВт, такий вентилятор забезпечує: продуктивність в  $8000\text{ м}^3/9000\text{ м}^3$  за годину і напір повітря 1200-1100 Па. Також цей тип вентиляторів здатний в автоматичному режимі підтримувати напірний тиск повітря.

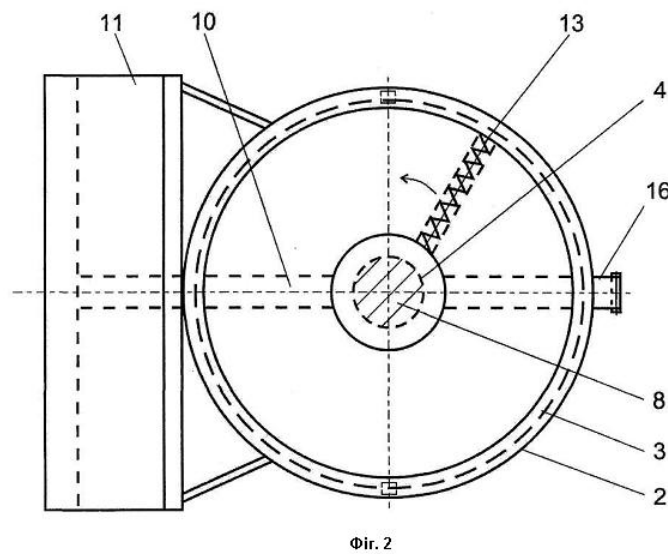
Згідно технологічного розрахунку і практики, повітряний сонячний колектор площею в  $126\text{ м}^2$ , наприклад розміром  $17,5\text{ м}\times 7,2\text{ м}$  (див. зображення у масштабі поз. 11), здатний нагрівати повітря, що буде з нього висмоктуватись вище відміченим вентилятором, до температури, яка буде перевищувати температуру зовнішнього середовища на  $20^\circ\text{C} \dots 25^\circ\text{C}$ .

Якщо влітку, під час збирання зернових культур, температура зовнішнього повітря складає, наприклад  $20^\circ\text{C}$ , то повітря, яке відбирається від колектора з продуктивністю в  $8000\text{ м}^3/\text{годину}$ , буде мати температуру, рівну:  $20^\circ\text{C}+34^\circ\text{C}=54^\circ\text{C}$ , а при продуктивності в  $9000\text{ м}^3/\text{годину}$ , відповідно повітря буде мати робочу температуру, рівну:  $20^\circ\text{C}+30^\circ\text{C}=50^\circ\text{C}$ .

Цього повітря і його тепла достатньо для забезпечення процесу якісного сушіння  $360\text{ м}^3$  зерна, яке розміститься в корпусі зерносховища-сушарки на сонячній енергії. В літні місяці, за сезон жнив, дана конструкція спроможна за 8-12 завантажень, відповідно довести до кондиції (висушити) 2200-3300 т зерна.



A-A



I

II

