



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 120830

(13) C2

(51) МПК

F26B 17/12 (2006.01)

F26B 3/14 (2006.01)

F26B 21/04 (2006.01)

F26B 25/06 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2015 01466	(72) Винахідник(и):	Моррісон Девід (US)
(22) Дата подання заявки:	20.02.2015	(73) Власник(и):	ДЗЕ ДЖІЕСАЙ ГРУП, ЕЛЕЛСІ,
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.02.2020		1004 E. Illinois St., P. O. Box 20, Assumption, Illinois 62510, USA (US)
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	61/943,102	(74) Представник:	Шляховецький Ілля Олександрович,
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	21.02.2014		реєстр. №190
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 4308669 A, 05.01.1982
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.08.2015, Бюл.№ 16		US 6209223 B1, 03.04.2001
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.02.2020, Бюл.№ 4		US 2009094853 A1, 16.04.2009
			SU 1673807 A1, 30.08.1991
			WO 2008047194 A1, 24.04.2008
			US 2012011736 A1, 19.01.2012
			RU 2254529 C2, 20.06.2005

(54) БАШТОВА ЗЕРНОСУШАРКА З ПОЛІПШЕНИМ ПОВТОРНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛА ТА ПРОТИСТРУМИННОЮ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЮ СЕКЦІЄЮ**(57) Реферат:**

Зерносушильна башта містить нагрівач та повітродувку, які відокремлюють камеру нагрівальної секції від камери охолоджувальної секції. Сушарка виконана із системою повторного використання/рекуперації тепла та/або протиструминним охолодженням з метою зменшення потреби баштової сушарки в енергії. Система повторного використання тепла включає камеру, яка є зовнішньою відносно зовнішньої стінки баштової сушарки та розташована в певному місці вздовж сушильного тракту. Низ цієї камери відкритий в атмосферу. Гаряче відпрацьоване повітря надходить у камеру повторного використання тепла у верхній частині цієї камери та втягується назад у баштову сушарку повітродувкою, коли відпрацьоване повітря виходить з відкритого низу камери. В протиструминній охолоджувальній секції стінки, що визначають тракт проходження зерна в охолоджувальній секції, є повітронепроникними, і повітря втягується у охолоджувальну секцію через короби зовнішньої стінки, які є закритими біля внутрішньої стінки. Вхідне повітря переміщується вгору крізь нагріте зерно, нагріваючись при цьому, і потім надходить у камеру через короби внутрішньої стінки, які є закритими біля зовнішньої стінки баштової сушарки.

UA 120830 C2

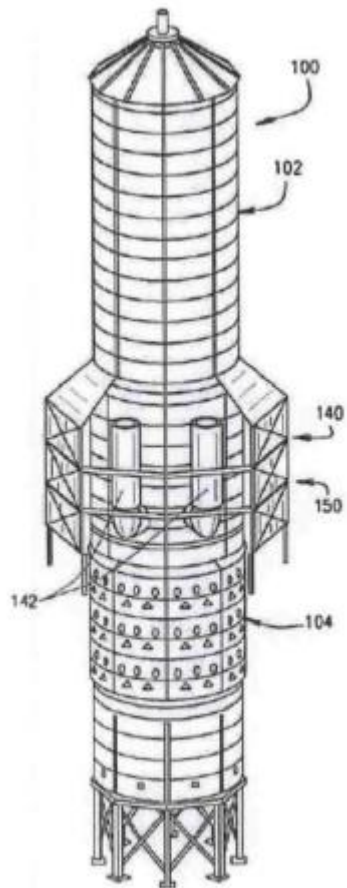


Fig. 3

Цей винахід належить до баштових зерносушарок та, зокрема, до зерносушарки із системою повторного використання/рекуперації тепла та, факультативно, з протиструминною охолоджувальною секцією.

Відомі на цей час баштові зерносушарки 10, такі як баштова зерносушарка, спрощено зображена на Фіг.1, зазвичай включають в себе центральну камеру 12, визначену пористою (або повітропроникною) стінкою 14. Башта також включає в себе зовнішню пористу (або повітропроникну) стінку 16, розташовану на певній відстані від стінки 14 камери. Стінка камери та зовнішня стінка визначають кільцеву шахту 18, крізь яку переміщується зерно, яке необхідно піддати сушінню. Всередині камери, зазвичай розміщений(-а) нагрівач/повітродувка 20. Нагрівач/повітродувка протягує холодне повітря крізь нижню частину зерносушарки та поперек шахти зерносушарки, як показано стрілками A1 на Фіг.1, так що нагріте зерно охолоджується, й одночасно повітря, яке охолоджує це зерно, підігрівається перед надходженням у нагрівач/повітродувку. Підігріте повітря надходить у нагрівач/повітродувку для нагрівання до температури сушіння та видаляється назовні крізь верхню частину шахти зерносушарки, як показано стрілками 2. Оброблюване зерно падає крізь верхню нагрівальну секцію (де воно сушиться) у нижню охолоджувальну секцію (де воно охолоджується).

Сушарки баштового типу можуть обробляти приблизно 1000-10000 бушелів/год. (35239-352390 л/год.). Зрозуміло, що будь-яке підвищення ефективності сушіння може забезпечити істотні переваги. Крім того, часто зазначають, що сушарки цього типу, які характеризуються дуже високими швидкостями сушіння та використанням перехресноструминного охолодження/повторного використання тепла, спричиняють певне пошкодження зерна, яке піддають сушінню, внаслідок швидкого охолодження гарячого зерна дуже холодним повітрям. Тому удосконалення охолоджувальної секції можуть зумовити поліпшення якості зерна, а також поліпшення повторного використання тепла.

Зрозуміло, що в сушарці з перехресним струменем охолоджувального повітря, такий як сушарка, зображена на Фіг.1, гаряче просушене зерно, що виходить із сушильної секції, зустрічатиметься з повітрям, температура якого по суті дорівнює температурі навколишнього середовища. Цей контакт гарячого зерна з суттєво більш холодним повітрям може призвести до розтріскування та до кришіння зерна кукурудзи з високим вмістом вологи.

На додаток до цього зерно з високим вмістом вологи, наприклад зерно кукурудзи з високим вмістом вологи, піддаватимуть більшому нагріванню в процесі сушіння, ніж це зазвичай необхідно, коли збирання врожаю йшло в нормальних умовах. Це може зробити зерно більш уразливим до кришіння. Розкришена кукурудза збільшує кількість дрібного матеріалу ("дрібних частинок зерна") у вмістищах для зберігання зерна та часто є більш уразливою для цвілі під час зберігання. Дослідження показали, що швидкий перехід від гарячого стану до холодного стану може збільшити потенційну ймовірність кришіння зерна. Збирання врожаю у вологих умовах також може призвести до наявності інших сторонніх домішок в зерні. Управління інспекції зерна, боєнь і худобоприймальних майданчиків (GIPSA) міністерства сільського господарства США (USDA) визначає сторонню домішку як "весь матеріал, який легко проходить крізь сито з круглими отворами 6/64 дюйма, та весь матеріал, крім кукурудзи, який залишається на ситі з круглими отворами 12/64 дюйма, відповідно до методик, приписаних інструкціями Федеральної інспекції зерна (FGIS)". Максимальна дозволена кількість розкришеної кукурудзи та сторонньої домішки (BFCM, "broken corn and foreign material") для жовтозерної кукурудзи №2 становить 3 %. Заводи з виробництва спирту зазвичай вимагатимуть знижку за кількість BFCM більше ніж 3-4 %, й кукурудза з рівнями BFCM більше ніж 6-7 %, як правило, підлягає відбракуванню. Підприємствам, які можуть бути здатні переробляти кукурудзу з рівнями BFCM, що відхиляються від норми, швидше за все буде необхідно збільшити зусилля для боротьби з пилом та приділяти особливу увагу заходам безпеки стосовно пилу. Крім того, відхилення кількості BFCM від норми може значно впливати на бродіння внаслідок введення в цей процес додаткових речовин, які не здатні бродити.

Таким чином, було б бажаним створити баштову сушарку, в якій буде знижена кількість BFCM в кукурудзі та в цілому буде зменшено пошкодження зерна в результаті запровадження більш поступового процесу охолодження в охолоджувальній секції.

Загалом, зерносушильна башта включає в себе нагрівач та повітродувку, які відокремлюють камеру нагрівальної секції від камери охолоджувальної секції. Повітродувка витягує повітря з камери охолоджувальної секції у нагрівач, де температура повітря підвищується, та подає його в камеру нагрівальної секції. Тому в камері охолоджувальної секції створюється негативний тиск, і в камері нагрівальної секції створюється позитивний тиск. Периметри камер нагрівальної та охолоджувальної секцій оточені нагрівальною та охолоджувальною шахтами, відповідно. Нагрівальна та охолоджувальна шахти визначені внутрішньою та зовнішньою стінками, які за

варіантом, якому віддається перевага, є циліндричними, і при цьому зовнішня стінка оточує внутрішню стінку (тобто внутрішня та зовнішня стінки є загалом співвісними, так що нагрівальна та охолоджувальна шахти мають кільцеву форму). Як внутрішня, так і зовнішня стінки нагрівальної шахти виготовлені з пористого (або повітропроникного) матеріалу, тоді як

5 внутрішня та зовнішня стінки охолоджувальної шахти виготовлені з матеріалу, який не є пористим (тобто є повітронепроникним). Внутрішні та зовнішні стінки нагрівальної та охолоджувальної шахт спільно визначають кільцевий тракт сушіння зерна. Зерносушильна башта має вхід у верхівці башти, який спрямовує зерно у тракт сушіння зерна. Зерно проходить по тракту сушіння зерна, щоб вийти із зерносушильної башти через вихід в днищі башти.

10 Внутрішня та зовнішня стінки камери нагрівальної секції є перфорованими (або виконані повітропроникними в інший спосіб), як вже зазначалося, так що нагріте повітря може проходити крізь сушильний тракт для просушування зерна, коли воно падає вздовж сушильного тракту. У місці, яке знаходиться на приблизно половині відстані вниз по сушильному тракту, для оптимального використання сушильного повітря зерно проходить крізь перегрібачі зерна, які

15 можуть належати до перегрібачів типу, описаного в патенті США № 8601714, який включений в цей опис шляхом посилання.

Сушарка може включати в себе систему повторного використання тепла. Система повторного використання тепла включає в себе камеру, яка є зовнішньою відносно зовнішньої стінки і яка розташована в певному місці вздовж сушильного тракту й нижче перегрібачів зерна.

20 Ця камера повторного використання тепла визначена з одного боку зовнішньою стінкою нагрівальної секції та з двох інших боків - захисним кожухом або оболонкою, при цьому низ камери за варіантом, якому віддається перевага, є відкритим в атмосферу. Множина коробів або труб для повторного використання тепла простягаються від камери охолоджувальної секції, крізь охолоджувальну шахту та до верхньої частини цієї камери повторного використання тепла. Спільний вплив розташування камери повторного використання тепла, положення отворів згаданих коробів та негативного тиску камери охолоджувальної секції втягує частину відносно сухого та теплого відпрацьованого повітря із зони нижче перегрібачів зерна безпосередньо в камеру охолоджувальної секції.

Після проходження сушильного тракту зерно потрапляє у охолоджувальний тракт. Охолоджувальний тракт визначений згаданою зовнішньою стінкою та згаданою внутрішньою стінкою, яка розташована на певній відстані від зовнішньої стінки. Внутрішня та зовнішня стінки для прикладу показані циліндричними, так що охолоджувальний тракт є кільцеподібним. Внутрішня стінка також визначає камеру охолоджувальної секції, і ця камера охолоджувальної секції відокремлена від камери нагрівальної секції роздільником камер або за варіантом, якому

35 віддається перевага, роздільником-розтрубом.

Баштова сушарка може бути споряджена протиструминною охолоджувальною секцією, в якій повітря подають вгору крізь зерно, що переміщується донизу. В такій протиструминній секції як внутрішня, так і зовнішня стінки охолоджувального тракту виготовлені з повітронепроникного або непористого матеріалу. В зовнішній стінці охолоджувальної секції виконана множина отворів, які ведуть у короби зовнішньої стінки з відкритим низом, які простягаються від зовнішньої стінки до тракту проходження зерна. Короби зовнішньої стінки, як показано для прикладу, простягаються до внутрішньої стінки та закінчуються біля неї. Однак ці короби зовнішньої стінки не відкриті у внутрішню стінку, і тому є закритими біля цієї внутрішньої стінки. Аналогічно внутрішня стінка має множину отворів, і відповідні короби внутрішньої стінки простягаються від отворів внутрішньої стінки до тракту проходження зерна. Короби внутрішньої стінки, як показано для прикладу, простягаються до зовнішньої стінки та закінчуються біля неї, і тому є закритими біля цієї зовнішньої стінки. Короби мають таку форму, щоб надавати можливість переміщення зерна над цими коробами та під ними з мінімальним перешкоджанням переміщенню зерна та без втрат зерна. Тому верхня половина коробів визначає кут, який дорівнює або є більшим за кут природного укусу зерна, яке переміщується крізь шахту. Якщо

40 короб має повністю відкритий низ, то нижня крайка короба у відповідній стінці має визначати кут, який дорівнює або є меншим за кут природного укусу зерна, що переміщується крізь шахту. Відкритий низ цих коробів може бути повністю відкритим (тобто короби виконані без нижньої стінки) або може бути частково відкритим при застосуванні ґраток або перфораційних отворів.

50 Повітродувка зерносушарки створює негативний тиск в камері охолоджувальної секції, та через отвори та короби стінок втягує навколишнє охолоджувальне повітря в короби зовнішньої стінки, та протягує його крізь зерно проти напрямку переміщення зерна (а не поперек тракту переміщення зерна), та із зерна через короби внутрішньої стінки в камеру охолоджувальної секції. Короби внутрішньої стінки визначають певну множину стовпців та рядів, і через це

55 утворюють сітку коробів внутрішньої стінки. Аналогічно, короби зовнішньої стінки визначають

60

певну множину стовпців та рядів, та утворюють сітку коробів зовнішньої стінки. Короби внутрішньої стінки та короби зовнішньої стінки зміщені один відносно іншого, щоб спрямовувати потік повітря проти напрямку потоку зерна, а не в напрямку потоку зерна.

Фіг.1 - схематичне зображення відомої баштової сушарки з перехресноструминним охолодженням;

Фіг.2 - вигляд у перспективі баштової сушарки, яка має і протиструминне охолодження, і систему повторного використання/рекуперації тепла;

Фіг.3 - вигляд у перспективі баштової сушарки, подібний показаному на Фіг.2, але з видаленою частиною кожуха системи рекуперації тепла, щоб показати труби для рекуперації тепла системи рекуперації тепла;

Фіг.4 - вигляд у розрізі баштової сушарки з камерою повторного використання тепла, яка для прикладу показана тільки на одному боці сушарки;

Фіг.5 - збільшений вигляд у перспективі охолоджувальної секції баштової сушарки, з видаленою частиною зовнішньої стінки, щоб показати короби зовнішньої стінки та короби внутрішньої стінки баштової сушарки;

Фіг.6 - збільшений місцевий вигляд у перспективі з розрізом, виконаним у вертикальній площині сушильної башти, на якому показані короби зовнішньої стінки та короби внутрішньої стінки;

Фіг.7 та Фіг.8 - збільшені місцеві вигляди у перспективі, на яких показано проходження потоку охолоджувального повітря в охолоджувальну шахту через короби зовнішньої стінки, і потім в центральну камеру охолоджувальної секції башти через короби внутрішньої стінки;

Фіг.9 - місцевий вигляд у розрізі, виконаному у вертикальній площині в охолоджувальній секції баштової сушарки, на якому стрілкою показано проходження потоку охолоджувального повітря в шахту охолодження зерна та крізь неї, в центральну камеру, і потім у повітродувку;

Фіг.10A - схематичне зображення баштової сушарки, на якому показані приклади значень температури та відносної вологості повітря, яке виходить із сушильної секції відомої баштової сушарки з перехресноструминним охолодженням;

Фіг.10B - графік, на якому показані приклади значень температури та відносної вологості відпрацьованого повітря, що виходить із сушильної шахти, від верху до низу сушильної секції баштової сушарки;

Фіг.11 - збільшений місцевий вигляд у перспективі баштової сушарки, з частиною кожуха системи рекуперації тепла, видаленою для того, щоб показати труби, які входять у тракт повторного використання відпрацьованого повітря;

Фіг.12 - місцевий вигляд у перспективі секції повторного використання/рекуперації тепла баштової сушарки;

Фіг.13 - вигляд у вертикальному розрізі секції рекуперації тепла баштової сушарки, на якому стрілками показаний тракт повторного використання відпрацьованого повітря;

Фіг.14 - вигляд у вертикальному розрізі секції рекуперації тепла баштової сушарки;

Фіг.15 - збільшений місцевий вигляд у розрізі, на якому показаний один тракт повторного використання тепла відпрацьованого повітря; та

Фіг.16A-16C - вигляд збоку, вигляд з частковим вирізом та вигляд у вертикальному розрізі баштової сушарки із системою повторного використання тепла, але без протиструминного охолодження;

Фіг.17 - збільшений вигляд з вирізом системи повторного використання тепла баштової сушарки, показаної на Фіг.16A; та

Фіг.18 - вигляд у вертикальному розрізі системи повторного використання тепла;

Фіг.19 - схематичне відображення порівняння потреби в енергії відомої баштової сушарки (з перехресноструминним охолодженням), баштової сушарки, яка споряджена лише протиструминним охолодженням, баштової сушарки, яка споряджена лише рекуперацією тепла, та баштової сушарки, яка споряджена як протиструминним охолодженням, так і рекуперацією тепла.

Для позначення подібних елементів на декількох прикладених фігурах будуть вжиті подібні позиції.

Наведений нижче докладний опис пояснює цей винахід прикладом, що не має обмежувального характеру. Фахівцю у цій галузі, який ознайомився з цим описом, зрозуміло як здійснити та використати цей винахід, і в цьому описі розкриті декілька варіантів здійснення, пристосувань, змін, альтернатив та варіантів застосування цього винаходу, у тому числі й найкращий на цей час, на думку авторів винаходу, спосіб здійснення цього винаходу. До того ж слід розуміти, що цей винахід не обмежений у своєму застосуванні особливостями конструкції та варіантами компонування компонентів, розкритими у подальшому описі або зображеними на

фігурах. Цей винахід дозволяє й інші варіанти здійснення, й він може бути застосований на практиці або здійснений різними способами. Крім того, слід розуміти, що фразеологія та термінологія, вживані в цьому описі, використовуються з метою описування і їх не слід розглядати як такі, що мають обмежувальний характер.

Баштова сушарка 100 з поліпшеними характеристиками нагрівання та сушіння загалом показана на Фіг.2-4. Баштова сушарка 100 розділена на верхню сушильну секцію 102 та нижню охолоджувальну секцію 104. Верхня сушильна секція включає в себе пористу внутрішню стінку 106, оточену пористою зовнішньою стінкою 108, які спільно визначають сушильну шахту 110 (Фіг.4). Приблизно посередині довжини сушильної секції 102 може бути розташований перегрібач 111. Перегрібач у сушарці 100 може бути таким, як перегрібач, розкритий в патенті США № 8601714, який включений в цей опис шляхом посилання. Охолоджувальна секція 104 аналогічно включає в себе внутрішню стінку 112, оточену зовнішньою стінкою 114, які спільно визначають охолоджувальну шахту 116. Однак, як описано нижче, в цій сушарці стінки охолоджувальної шахти виготовлені із суцільного або повітронепроникного матеріалу. Сушильна шахта та охолоджувальна шахта сполучені між собою, так що зерно переміщується із сушильної шахти в охолоджувальну шахту. Таким чином, сушильна та охолоджувальна шахти разом визначають тракт проходження потоку зерна. Як внутрішня, так і зовнішня стінки сушильної шахти та охолоджувальної шахти, як приклад, показані циліндричними, так що як сушильна, так і охолоджувальна шахти мають кільцеву форму. Вхід 118 у верхівці баштової сушарки 100 спрямовує більшу частину зерна у тракт проходження потоку зерна для його сушіння, і просушене охолоджене зерно виходить із баштової сушарки через вихід 120 в днищі баштової сушарки.

Внутрішні стінки сушильної секції та охолоджувальної секції визначають центральну камеру 122a сушильної секції та центральну камеру 122b охолоджувальної секції, які розділені роздільником 123 камер або роздільником-розтрубом (Фіг.13). Наприклад, може бути використаний роздільник-розтруб, розкритий в патенті США № 8356420, який включений в цей опис шляхом посилання. Пальник 124 розташований приблизно на стику сушильної та охолоджувальної секцій, і повітродувка 126 розташована нижче пальника, щоб спрямовувати повітря крізь пальник з метою нагрівання цього повітря. Повітродувка створює негативний тиск в центральній камері 122b охолоджувальної секції та протягує повітря крізь охолоджувальну шахту 116. Це охолоджене повітря проходить повз зерно, яке надходить із сушильної шахти 110, для охолодження зерна. Охолоджене повітря, втягнене у центральну камеру 122b охолоджувальної секції під повітродувкою, подається вгору крізь пальник, в якому це повітря нагрівається. Потім це нагріте повітря подається крізь внутрішню стінку 106 сушильної секції для просушування вологого зерна в сушильній шахті 110, й після цього нагріте сушильне повітря випускається крізь зовнішню стінку 108 сушильної секції.

У відомих баштових сушарках, таких як баштова сушарка 10, яка показана на Фіг.1, внутрішня та зовнішня стінки охолоджувальної секції є повітропроникними, та охолоджене повітря протягується повз просушену кукурудзу. Це повітря проходить поперек (тобто загалом перпендикулярно) потоку зерна, і тому такий спосіб охолодження називають перехресноструминним охолодженням. Таким чином, холодне (або навколишнє) повітря увійде в контакт із гарячим зерном, яке виходить із сушильної шахти. Як зазначено вище, цей раптовий контакт зерна з повітрям, яке є суттєво більш холодним за нього (особливо у верхній частині охолоджувальної шахти), може призвести до пошкодження зерна. Баштова сушарка 100 суттєво зменшує цю проблему. Охолоджене повітря, яке для сушіння зерна потім нагрівається пальником, як і раніше протягується крізь охолоджувальну секцію 104. Однак, як показано на Фіг.5-9, охолоджувальна секція 104 споряджена множиною коробів 128 зовнішньої стінки та множиною коробів 130 внутрішньої стінки. Короби 128 зовнішньої стінки відкриті біля зовнішньої стінки 114 та простягаються до охолоджувальної шахти 116. Короби 128 зовнішньої стінки, як показано для прикладу, простягаються поперек всієї охолоджувальної шахти та закриті біля внутрішньої стінки 112 охолоджувальної секції. Короби 130 внутрішньої стінки відкриті біля внутрішньої стінки 112 (для того, щоб бути відкритими в центральну камеру 122b охолоджувальної секції) та простягаються до охолоджувальної шахти 116. Короби 130 внутрішньої стінки, як показано для прикладу, простягаються поперек всієї охолоджувальної шахти та закриті біля зовнішньої стінки 114 охолоджувальної секції.

Всі короби 128 зовнішньої стінки та всі короби 130 внутрішньої стінки мають принаймні частково відкритий низ. Як показано на кресленнях, короби 128 зовнішньої стінки мають форму перевернутої літери "V" (тобто вони мають л-подібну форму), і тому не мають нижньої стінки. Короби 130 внутрішньої стінки, як показано для прикладу, виконані у формі ромба (тобто вони

мають \diamond -подібну форму). Нижні стінки коробів 130 внутрішньої стінки є перфорованими, так що повітря може потрапити в короби внутрішньої стінки з-під коробів внутрішньої стінки.

Короби 128 зовнішньої стінки за варіантом, якому віддається перевага, вирівняні по вертикалі і горизонталі для утворення сітки коробів зовнішньої стінки. Короби 130 внутрішньої стінки також вирівняні по вертикалі і горизонталі для утворення сітки коробів внутрішньої стінки. Однак ряди та стовпці коробів внутрішньої стінки та коробів зовнішньої стінки зміщені один відносно іншого так, що короби 128 зовнішньої стінки не вирівняні з коробами 130 внутрішньої стінки ні по горизонталі, ні по вертикалі. Тому стовпці коробів внутрішньої стінки розташовані між стовпцями коробів зовнішньої стінки, і ряди коробів внутрішньої стінки розташовані між рядами коробів зовнішньої стінки. Крім того, кожний короб 130 внутрішньої стінки розташований вище щонайменше одного короба 128 зовнішньої стінки, щоб приймати охолоджувальне повітря з цього короба зовнішньої стінки, як описано нижче. Короби 128 зовнішньої стінки можуть бути виконані з нижньою стінкою, яка визначає отвір або шлях сполучення між коробом зовнішньої стінки та охолоджувальною шахтою 116. В одному з варіантів здійснення цього винаходу можна регулювати ступінь відкриття отвору, визначеного такою нижньою стінкою, що допомагає регулювати потік повітря повз зерно в охолоджувальній секції. Аналогічно, короби 130 внутрішньої стінки можуть мати форму перевернутої літери "V", подібно формі коробів зовнішньої стінки. Похилі верхні поверхні коробів внутрішньої та зовнішньої стінок надають можливість проходження, наприклад, якщо короби мали б горизонтальні верхні поверхні (тобто якщо короби зерна поперек цих коробів, без накопичення зерна на цих поверхнях, як це відбувалося б були б загалом прямокутними). Хоча показано, що короби внутрішньої та зовнішньої стінок мають трикутну або ромбоподібну форму, вони можуть мати й інші форми. Наприклад, поверхні коробів можуть визначати дугу, і тому короби можуть мати загалом круглий або овальний поперечний переріз.

Під час роботи повітродувка створює негативний тиск в центральній камері 122b охолоджувальної секції нижче повітродувки 126 (в охолоджувальній секції баштової сушарки). Тому, як показано стрілками на Фіг.7-9, негативний тиск в центральній камері 122b охолоджувальної секції, створюваний повітродувкою, зумовлює втягування зовнішнього повітря в охолоджувальну шахту 116 через короби 128 зовнішньої стінки. Короби 128 зовнішньої стінки не відкриті в центральну камеру 122b охолоджувальної секції, а навпаки, закриті на тому кінці, який є протилежним входу в короб 128 в зовнішній стінці 114. Таким чином, повітря, що надходить в короб 128 зовнішньої стінки, виходить з короба 128 крізь відкритий низ короба. Оскільки короби внутрішньої стінки вертикально та горизонтально зміщені та розміщені на належній відстані від коробів зовнішньої стінки, повітря, що виходить із коробів 128 зовнішньої стінки, протягується вгору повз просушене зерно, яке рухається донизу (для охолодження цього зерна) доти, доки не потрапить у короб 130 внутрішньої стінки крізь його нижню частину. В цей момент повітря протягується через короб 130 внутрішньої стінки і втягується в центральну камеру 122b охолоджувальної секції внаслідок негативного тиску в центральній камері охолоджувальної секції. Після цього за допомогою повітродувки повітря переміщують вгору для подавання крізь пальник для нагрівання цього повітря. Потім нагріте повітря виштовхується крізь пористі (або повітропроникні) стінки 106 та 108 сушильної секції 102 та проходить поперек тракту проходження потоку зерна в сушильній шахті для просушування вологого зерна.

Як можна бачити, в охолоджувальній шахті 116 охолоджувальне повітря проходить проти (протилежно або назустріч) потоку зерна. Тобто охолоджувальне повітря проходить загалом вгору повз зерно (тобто піднімається повз зерно, яке переміщується донизу). Це дозволяє холодному повітрю залишатися в шахті зерносушарки протягом більш тривалого періоду часу та забезпечує більш тривалий контакт охолоджувального повітря із зерном. Це має дві переваги. По-перше, оскільки повітря знаходиться у контакті із зерном протягом більш тривалого періоду часу, температура повітря, що надходить у центральну камеру 122, є більш високою, ніж температура повітря, яке надходить у центральну камеру у відомій баштовій сушарці з перехресноструминним охолодженням, такий як баштова сушарка 10 (Фіг.1). Це зменшує кількість енергії, яка необхідна баштовій сушарці 100 (відносно баштової сушарки 10) для нагрівання повітря до потрібної температури при його проходженні крізь пальник. Крім того, найтепліше зерно (тобто зерно у верхній частині охолоджувальної шахти 116) не вступає у контакт з найбільш холодним повітрям. Замість цього повітря нагрівається, піднімаючись по шахті охолодження зерна, і зерно, яке надходить в охолоджувальну шахту 116 із сушильної шахти 110, вступає у контакт із повітрям, яке є більш теплим, ніж навколишнє повітря. Зменшення різниці між температурою охолоджувального повітря та температурою зерна у верхній частині шахти охолодження зерна (тобто у верхній частині охолоджувальної шахти 116)

підвищує якість обробленого зерна (зменшення різниці температур зменшує ймовірність спричинення кришіння, розтріскування та інших пошкоджень зерна).

Фіг.10А являє собою схематичне зображення баштової сушарки, на якому показані приклади значень температури та відносної вологості повітря, яке виходить із сушильної секції баштової сушарки. Фіг.10В являє собою графік, на якому показана температура та відносна вологість відпрацьованого повітря від верхівки до днища сушильної шахти. Температура та відносна вологість відпрацьованого повітря були розраховані на основі таких вихідних даних: навколишнє повітря має температуру 50 °F (10 °C) та відносну вологість 60 %, охолоджувальне повітря нагрівають за допомогою пальника до температури 200 °F (~93 °C), вміст води в кукурудзі, що надходить у баштову сушарку, становить 25 %, і вміст води в кукурудзі, яка виходить із баштової сушарки, становить 15 %. Показано, що повітря, яке виходить із сушильної секції у верхній частині баштової сушарки, має температуру 64 °F (~18 °C) та відносну вологість 99 %. Температура відпрацьованого повітря зростає й відносна вологість відпрацьованого повітря зменшується, в міру того як зерно проходить вниз по сушильній шахті 110. Для прикладу показано, що в нижній частині сушильної секції відпрацьоване повітря має температуру 130 °F (~54 °C) та відносну вологість 18 %. Значення температури та відносної вологості, які показані та Фіг.10А-10В, будуть варіювати в залежності від певних факторів, таких як температура, до якої повітря нагрівають за допомогою пальника, температура та вологість зерна в сушильній шахті 110, кільцева ширина сушильної шахти, та висота й діаметр сушильної секції баштової сушарки. Отже, слід розуміти, що ці значення можуть змінитися, якщо зміниться будь-який із зазначених параметрів, і тому вони наведені виключно з метою ілюстрації.

Відпрацьоване повітря, яке виходить із верхньої частини сушильної секції, є занадто холодним та занадто вологим для використання. Однак відпрацьоване повітря в нижній частині сушильної шахти (у місці загалом нижче перегрібача 111) є достатньо теплим та сухим для рециркуляції та повторного використання для сушіння зерна. Таким чином, баштова сушарка 100, показана на Фіг.4, включає в себе систему 140 повторного використання тепла (Фіг.11-15), призначену для захоплення певної частини відпрацьованого повітря та повторного введення цього відпрацьованого повітря назад в центральну камеру для його повторного нагрівання за допомогою пальника. Відпрацьоване повітря, яке піддають рециркуляції, або повторному використанню, може мати відносну вологість менше ніж приблизно 35 % і за варіантом, якому віддається перевага, відносну вологість приблизно 30 % або менше.

Система 140 повторного використання тепла за варіантом, якому віддається перевага, розташована нижче перегрібача 111 зерна в сушильній секції 102. Як показано, система повторного використання тепла розташована загалом на стику сушильної секції 102 та охолоджувальної секції 104. Система повторного використання тепла включає в себе множину відкритих вгору вертикальних труб 142, розташованих по периметру сушильної секції 102. Як показано на Фіг.13 та Фіг.15, в нижній частині кожної труби 142 розташований спрямований досередини колінчастий патрубок 144, і поперечна труба 146 простягається крізь верхню частину зовнішньої стінки 114 охолоджувальної секції, крізь внутрішню стінку 112 охолоджувальної секції і є відкритою поблизу вузла повітродувки/нагрівача. Вертикальна труба 142, колінчастий патрубок 144 та поперечна труба 146 визначають тракт 148 повторного використання відпрацьованого повітря. Як показано на Фіг.13, вихід із тракту 148 повторного використання відпрацьованого повітря в центральну камеру 122b охолоджувальної секції у верхній частині охолоджувальної секції 104 знаходиться вище входу у повітродувку. Однак при необхідності вихід тракту повторного використання відпрацьованого повітря може бути розташований нижче входу повітродувки. Тракти 148 повторного використання відпрацьованого повітря розташовані з рівним кроком навколо нижньої частини сушильної секції. Показано, що баштова сушарка 100 має вісім (8) трактів 148 повторного використання відпрацьованого повітря. При необхідності може бути виконана більша або менша кількість трактів повторного використання відпрацьованого повітря.

Вертикальні труби 142 повторного використання відпрацьованого повітря оточені оболонкою або кожухом 150. Кожух 150 включає в себе вертикальні елементи 152 каркаса, розпірки 154, які забезпечують розташування вертикальних елементів каркаса на певній відстані від зовнішньої стінки баштової сушарки, горизонтальні елементи 156 каркаса, та верхні елементи 158 каркаса, які мають нахил по діагоналі вгору від верхнього кінця вертикальних елементів каркаса до зовнішньої стінки нагрівальної секції. Між вертикальними елементами каркаса встановлені бічні панелі 160, та між верхніми елементами каркаса встановлені верхні панелі 162, які простягаються від верхньої частини бічних панелей, досягаючи зовнішньої стінки сушильної секції. Таким чином, кожух 150 є закритим зверху та збоку, та є відкритим знизу.

Як показано стрілками на Фіг.13, тепле відносно сухе відпрацьоване повітря випускається крізь зерносушильну шахту 110 та зовнішню стінку сушильної секції у простір, обгороджений кожухом 150. Всі бічні панелі 160 та всі верхні панелі 162 знаходяться на певній відстані від вертикальних труб 142. Тому між відкритим верхом вертикальних труб 142 та верхніми панелями 162 наявний проміжок. Кожух 150, як можна бачити, стримує або затримує відпрацьоване повітря, і частина цього повітря втягується у труби 142 й, отже, у тракт 148 повторного використання відпрацьованого повітря. Розташовані під кутом верхні панелі 162 також можуть допомагати спрямовувати відпрацьоване повітря у вертикальні труби 142. Однак більш важливим є те, що згаданий кожух призначений для запобігання втягуванню повітря, вологи, снігу тощо зверху кожуха 150 у тракт 148 повторного використання відпрацьованого повітря.

Відпрацьоване повітря, яке потрапляє у тракт 148 повторного використання відпрацьованого повітря, спрямовується в центральну камеру в охолоджувальній секції баштової сушарки поблизу вузла повітродувки/нагрівача. Потім це повторно використане повітря перемішується з охолоджувальним повітрям, яке надійшло в центральну камеру через короби зовнішньої стінки та короби внутрішньої стінки, та подається повітродувкою у пальник. Кожух 150 виконує принаймні таку функцію: він захоплює відпрацьоване повітря, яке підлягає повторному використанню, та незначною мірою, спрямовує повітря у тракт 148 повторного використання відпрацьованого повітря. При цьому, оскільки тракт повторного використання відпрацьованого повітря сполучений з центральною камерою в охолоджувальній секції, негативний тиск, створюваний повітродувкою в охолоджувальній секції, зумовить втягування повітря у вертикальну трубу тракту повторного використання відпрацьованого повітря. Кожух 150 також відокремлює зону повторного використання тепла від зовнішнього повітря, і тому вологе холодне повітря, яке виходить із сушильної секції вище системи 140 повторного використання тепла, не буде змішуватися з відпрацьованим повітрям, яке є теплішим та сухішим за нього, і, таким чином, це відпрацьоване повітря залишатиметься придатним для використання для подальшого сушіння зерна.

Крім того, як вже зазначалося, кожух 150 є відкритим знизу. Тому відпрацьоване повітря, яке не втягується у вертикальні труби 142, виходитиме з кожуха 150 в його нижній частині. Повітря, яке виходить із кожуха, буде знаходитися поблизу коробів зовнішньої стінки, як показано на Фіг. 14. Фактично, як показано на Фіг. 14, згаданий кожух оточує принаймні деякі верхні короби зовнішньої стінки. Повітря, яке виходить з кожуха 150, все ще буде теплішим, ніж навколишнє повітря. Оскільки низ кожуха знаходиться поблизу принаймні деяких верхніх коробів зовнішньої стінки, певна частина відпрацьованого повітря, яке не надходить у тракт 148 повторного використання відпрацьованого повітря, може бути повторно використана через короби зовнішньої стінки. Або, як описано нижче, у випадку сушарки без коробів у охолоджувальній секції, повітря, яке є теплішим за навколишнє повітря, може втягуватися крізь перфоровані стінки охолоджувальної секції. Повторне використання відпрацьованого повітря через короби 124, 126 забезпечує використання повітря, яке є теплішим за навколишнє повітря, для охолодження зерна у верхній частині охолоджувальної шахти. Втягування теплішого повітря у верхній частині охолоджувальної шахти зменшує різницю температур між гарячою просушеною кукурудзою та охолоджувальним повітрям, і тому зумовлює додаткове зниження пошкодження зерна теплом.

Повторно використане відпрацьоване повітря, яке повертають у центральну камеру 122b охолоджувальної секції, є теплішим, ніж охолоджувальне повітря, яке надходить у центральну камеру через короби внутрішньої стінки. Таким чином, повторно використовуване, або повернуте в оборот, відпрацьоване повітря підігріває повітря, яке подається крізь пальник повітродувкою. Крім того, відпрацьоване повітря, яке втягується назад через короби зовнішньої та внутрішньої стінок, також підігріватиме повітря, яке надходить у камеру 116 охолоджувальної секції. Тому це знижує кількість енергії, необхідної для нагрівання повітря до потрібної температури (наприклад, 200 °F (~93 °C)).

Є випадки, в яких може бути бажаним створення баштової сушарки лише з рекуперацією тепла. Такою баштовою сушаркою загалом є баштова сушарка з перехреснострумінним охолодженням (як баштова сушарка, показана на Фіг. 1) та системою повторного використання тепла. Наприклад, будівництво баштової сушарки з перехреснострумінним охолодженням є дешевшим, ніж будівництво баштової сушарки з протиструмінним охолодженням. Крім того, із застосуванням системи повторного використання тепла можна модифікувати наявні в цей час баштові сушарки з перехреснострумінним охолодженням.

Баштова сушарка 200, показана на Фіг. 16A-17, являє собою баштову сушарку з перехреснострумінним охолодженням, яка споряджена системою повторного використання

тепла. Баштова сушарка 200 розділена на верхню сушильну секцію 202 та нижню охолоджувальну секцію 204. Як верхня сушильна секція, так і нижня охолоджувальна секція включають в себе пористу внутрішню стінку 206, оточену пористою зовнішньою стінкою 208, які спільно визначають шахту 210 зерносушарки. Приблизно посередині довжини сушильної секції 202 може бути розташований перегрібач (не показаний). Шахта 210 зерносушарки в сушильній секції 202 (тобто сушильна шахта) та шахта 210 зерносушарки в охолоджувальній секції (тобто охолоджувальна шахта) сполучаються між собою, так що зерно надходить із сушильної шахти в охолоджувальну шахту. Таким чином, сушильна та охолоджувальна шахти спільно визначають тракт проходження потоку зерна. Як внутрішня, так і зовнішня стінки сушильної шахти та охолоджувальної шахти для прикладу показані циліндричними, так що як сушильна, так і охолоджувальна шахти мають кільцеву форму. Вхід 218 у верхівці баштової сушарки 200 спрямовує більшу частину зерна у тракт проходження потоку зерна для його сушіння, і просушене охолоджене зерно виходить із баштової сушарки через вихід 120 в днищі баштової сушарки.

Система 240 повторного використання або рекуперації тепла баштової сушарки 200 є по суті ідентичною системі 140 повторного використання тепла баштової сушарки 100. У зв'язку з цим система 240 повторного використання тепла за варіантом, якому віддається перевага, розташована нижче перегрібача зерна в сушильній секції 202, і ця система розташована загалом на стику сушильної секції 202 та охолоджувальної секції 204. Система повторного використання тепла включає в себе множину відкритих вгору вертикальних труб 242, розташованих по периметру сушильної секції 202. В нижній частині кожної труби 242 розташований спрямований досередини колінчастий патрубок 244, і поперечна труба 246 простягається крізь верхню частину зовнішньої стінки 204 охолоджувальної секції, крізь внутрішню стінку 112 охолоджувальної секції і є відкритою поблизу вузла 220 повітродувки/нагрівача. Вертикальна труба 242, колінчастий патрубок 244 та поперечна труба 246 визначають тракт 248 повторного використання відпрацьованого повітря. Вихід із тракту 248 повторного використання відпрацьованого повітря в центральну камеру охолоджувальної секції у верхній частині охолоджувальної секції 204 знаходиться вище входу у повітродувку 220a. Однак при необхідності вихід тракту повторного використання відпрацьованого повітря може бути розташований нижче входу повітродувки. Множина трактів 248 повторного використання відпрацьованого повітря розташовані з рівним кроком навколо нижньої частини сушильної секції. Баштова сушарка 200 може бути виконана з вісьма трактами повторного використання відпрацьованого повітря, як була виконана баштова сушарка 100. Однак може бути використана більша або менша кількість трактів повторного використання відпрацьованого повітря.

Вертикальні труби 242 повторного використання відпрацьованого повітря оточені оболонкою або кожухом 250, який є ідентичним кожуху 150. Кожух 250 не потребує додаткового опису, але слід зазначити, що він має бічну стінку, утворену бічними панелями 260, і його верхня поверхня утворена верхніми панелями 262. Показано, що ця верхня поверхня має нахил назовні й вниз. Таким чином, кожух 250 є закритим зверху та збоку, та є відкритим знизу.

Як показано стрілками на Фіг. 18, тепле відносно сухе відпрацьоване повітря виходить крізь зерносушильну шахту 210 та зовнішню стінку сушильної секції у простір, оточений кожухом 250. Всі бічні панелі 260 та всі верхні панелі 262 знаходяться на певній відстані від вертикальних труб 242. Тому між відкритим верхом вертикальних труб 242 та верхніми панелями 262 наявний певний проміжок. Кожух 250, як можна бачити, стримує або затримує відпрацьоване повітря, і його частина втягується у труби 242 й, отже, у тракт 248 повторного використання відпрацьованого повітря. Розташовані під кутом верхні панелі 262 також можуть допомагати спрямовувати відпрацьоване повітря у вертикальні труби 242. Однак більш важливим є те, що згаданий кожух призначений для запобігання втягуванню повітря, вологи, снігу тощо зверху кожуха 250 у тракт 248 повторного використання відпрацьованого повітря.

Відпрацьоване повітря, яке потрапляє у тракт 248 повторного використання відпрацьованого повітря, спрямовується в центральну камеру в охолоджувальній секції баштової сушарки поблизу вузла повітродувки/нагрівача. Потім це повторно використане повітря перемішується з охолоджувальним повітрям, яке надійшло в центральну камеру через короби зовнішньої стінки та короби внутрішньої стінки, і подається повітродувкою у пальник. Кожух 250 виконує принаймні таку функцію: він захоплює відпрацьоване повітря, яке підлягає повторному використанню, та, незначною мірою, спрямовує повітря у тракт 248 повторного використання відпрацьованого повітря. При цьому, оскільки тракт повторного використання відпрацьованого повітря сполучений з центральною камерою в охолоджувальній секції, негативний тиск, створюваний повітродувкою в охолоджувальній секції, зумовить втягування повітря у вертикальну трубу тракту повторного використання відпрацьованого повітря. Кожух

250 також відокремлює зону повторного використання тепла від зовнішнього повітря, і тому вологе холодне повітря, яке виходить із сушильної секції вище системи 240 повторного використання тепла, не буде змішуватися з відпрацьованим повітрям, яке є теплішим та сушішим за нього, і, таким чином, це відпрацьоване повітря залишатиметься придатним для використання для подальшого сушіння зерна.

В діаграмі, показаній на Фіг. 19, порівнюються потреби в енергії звичайної (відомої) баштової сушарки (такої як баштова сушарка 10 з перехресноструминним охолодженням), баштової сушарки тільки з протиструминним охолодженням, баштової сушарки тільки з рекуперацією тепла та баштової сушарки, яка споряджена як протиструминним охолодженням, так і рекуперацією тепла. В цьому ілюстративному прикладі кількість енергії, необхідної для нагрівання потоку повітря об'ємом 77100 куб. фут/хв (2181,9 м³/хв) до потрібної температури сушіння 200 °F (~93 °C) при температурі вхідного повітря у 70 °F (~21 °C), становить 10,83×10⁻³ британських теплових одиниць (~11,43 Дж). У баштовій сушарці тільки з протиструминним охолодженням розрахункова температура повітря, що надходить у пальник, становить 77,4 °F (~25 °C), тобто це повітря є теплішим на приблизно 7,4 °F (~4 °C), ніж вхідне повітря для відомої баштової сушарки. Це підвищення температури повітря, що надходить у вузол повітродувки/нагрівача, зменшує кількість енергії, необхідної для нагрівання потоку повітря об'ємом 77100 куб. фут/хв (2181,9 м³/хв), на 5,7 % (до 10,21×10⁻³ британських теплових одиниць (~10,77 Дж)). У баштовій сушарці з рекуперацією тепла, але без протиструминного охолодження, розрахункова температура повітря, що надходить у пальник, становить 94 °F (~34 °C), тобто це повітря є теплішим на приблизно 24 °F (~13 °C), ніж повітря, що надходить у пальник, для звичайної (відомої) баштової сушарки, та на приблизно 16,6 °F (~9 °C), ніж повітря, що надходить у пальник, в баштовій сушарці з протиструминним охолодженням. Використання лише рекуперації тепла зменшує кількість енергії, необхідної для нагрівання потоку повітря об'ємом 77100 куб. фут/хв (2181,9 м³/хв), до 8,83 × 10⁻³ британських теплових одиниць (~9,32 Дж), що являє собою зменшення на приблизно 18 % відносно відомої баштової сушарки та на приблизно 13,5 % відносно баштової сушарки тільки з протиструминним охолодженням. Використання як протиструминного охолодження, так і рекуперації тепла (шляхом повторного використання теплого, відносно сухого, відпрацьованого повітря) збільшує температуру повітря, яке надходить у вузол повітродувки/нагрівача, в цьому ілюстративному прикладі, до 101,4 °F (~38,5 °C), та зменшує потреби в енергії для баштової сушарки відносно відомої баштової сушарки на 24,2 % (до 8,21×10⁻³ британських теплових одиниць (~8,66 Дж)). Ці розрахунки надані лише з метою ілюстрації та викладені в наведеній нижче таблиці:

	Звичайна (відома) баштова сушарка	Баштова сушарка з протиструминним охолодженням	Баштова сушарка з рекуперацією тепла	Баштова сушарка як з протиструминним охолодженням, так і з рекуперацією тепла
Температура вхідного повітря, що надходить у пальник/повітродувку	70 °F ~21 °C	77,4 °F ~25,2 °C	94 °F ~34,4 °C	101,4 °F ~38,6 °C
Енергія, необхідна для нагрівання потоку вхідного повітря об'ємом 77100 куб. фут/хв (2181,9 м ³ /хв) до 200 °F (~93 °C)	10,83×10 ⁻³ британських теплових одиниць ~11,43Дж	10,21×10 ⁻³ британських теплових одиниць ~10,77 Дж	8,83×10 ⁻³ британських теплових одиниць ~9,32 Дж	8,21×10 ⁻³ британських теплових одиниць ~8,66 Дж

Зниження споживання енергії для чотирьох варіантів баштових сушарок (відома баштова сушарка з перехресноструминним охолодженням, баштова сушарка тільки з протиструминним охолодженням, баштова сушарка тільки з рекуперацією тепла, та баштова сушарка з протиструминним охолодженням і рекуперацією тепла) буде варіювати в залежності від температури навколишнього повітря, зазначених вище факторів, які впливатимуть на температуру відпрацьованого повітря, а також інших факторів. Однак, як можна бачити, використання лише протиструминного охолодження незначно зменшує потреби в енергії,

використання рекуперації тепла значно зменшує потреби в енергії, і використання як протиструминного охолодження, так і рекуперації тепла ще більше зменшує потреби в енергії.

Оскільки в описані вище варіанти конструкції можуть бути внесені різні зміни без виходу за межі обсягу цього винаходу, слід мати на увазі, що весь матеріал, який міститься в наведеному вище описі або показаний на прикладених фігурах, вважається ілюстративним і таким, що не має обмежувального характеру. Рекуперація тепла ґрунтується на переміщенні теплого сухого відпрацьованого повітря у камеру охолоджувальної секції. В баштових сушарках 100, 200 тракт повторного використання відпрацьованого повітря знаходиться ззовні баштових сушарок. Це є необхідним у баштових сушарках з невеликим діаметром через вимоги до розміщення обладнання. Однак у баштових сушарках з більшим діаметром тракт повторного використання відпрацьованого повітря може знаходитися всередині баштової сушарки (наприклад, в центральній камері нагрівальної секції). В такій баштовій сушарці тракт повторного використання відпрацьованого повітря простягається від камери охолоджувальної секції крізь роздільник камер/роздільник-розтруб до камери нагрівальної секції, і потім повертає крізь колінчастий патрубок до прохідного отвору в нагрівальну шахту, так що вхід у тракт повторного використання тепла являє собою отвір у зовнішній стінці нагрівальної секції, і цей вхід знаходиться у зв'язку з кожухом 150 системи повторного використання тепла. Хоча вихід тракту повторного використання відпрацьованого повітря за варіантом, якому віддається перевага, знаходиться поблизу повітродувки/сушарки в камері охолоджувальної секції, альтернативно вихід із тракту повторного використання відпрацьованого повітря в камеру охолоджувальної секції може знаходитися поблизу днища баштової сушарки. Це, ймовірно, зумовить збільшення довжини вертикальної труби та висоти кожуха (для систем, в яких згадана вертикальна труба знаходиться ззовні баштової сушарки).

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Баштова сушарка для сушіння зерна, яка включає

верхню сушильну секцію, яка включає внутрішню стінку та зовнішню стінку, яка оточує згадану внутрішню стінку, при цьому як ця внутрішня, так і ця зовнішня стінки є повітропроникними і ці внутрішня та зовнішня стінки спільно визначають тракт сушіння зерна, а згадана внутрішня стінка визначає центральну камеру сушильної секції;

нижню охолоджувальну секцію, яка включає внутрішню стінку та зовнішню стінку, яка оточує згадану внутрішню стінку, при цьому ці внутрішня та зовнішня стінки охолоджувальної секції спільно визначають тракт охолодження зерна, який сполучений зі згаданим трактом сушіння зерна та приймає зерно з нього, причому згадана внутрішня стінка визначає центральну камеру охолоджувальної секції, при цьому ці внутрішня та зовнішня стінки охолоджувальної секції виконані так, щоб уможливити втягування навколишнього повітря, що є зовнішнім відносно згаданої баштової сушарки, у згадану центральну камеру охолоджувальної секції;

повітродувку та нагрівач, які розташовані між згаданою центральною камерою охолоджувальної секції та згаданою центральною камерою сушильної секції, при цьому згадані повітродувка та нагрівач виконані з можливістю подавання нагрітого повітря у згадану центральну камеру сушильної секції;

систему рекуперації тепла, яка включає кожух для захоплення придатного до повторного використання повітря та відокремлення придатного до повторного використання повітря від непридатного до використання відпрацьованого повітря та/або навколишнього повітря, і також включає щонайменше один тракт повторного використання відпрацьованого повітря, який має вхід, розташований так, щоб приймати повітря, яке проходить крізь зовнішню стінку верхньої сушильної секції у простір, обгороджений кожухом, та вихід, який знаходиться у сполученні зі згаданою центральною камерою охолоджувальної секції, при цьому згаданий вхід включає короб для забезпечення сполучення простору, оточеного кожухом, з охолоджувальною камерою, так, що уможливлені спрямовування нагрітого відпрацьованого повітря цим трактом повторного використання відпрацьованого повітря зі згаданої сушильної секції та його повторна подача у згадану центральну камеру охолоджувальної секції.

2. Баштова сушарка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що згадані внутрішня та зовнішня стінки охолоджувальної секції виготовлені з повітропроникного матеріалу.

3. Баштова сушарка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що згадані внутрішня та зовнішня стінки охолоджувальної секції виконані з повітронепроникних матеріалів, і згадана баштова сушарка включає короби, які простягаються крізь згаданий тракт охолодження зерна, забезпечуючи сполучення згаданої центральної камери охолоджувальної секції з навколишнім зовнішнім повітрям.

4. Баштова сушарка за п. 3, яка **відрізняється** тим, що згадані коробки включають множину коробів зовнішньої стінки, які простягаються до згаданого тракту охолодження зерна від згаданої зовнішньої стінки охолоджувальної секції та є відкритими у цієї зовнішньої стінки, та множину коробів внутрішньої стінки, які простягаються до згаданого тракту охолодження зерна від згаданої внутрішньої стінки охолоджувальної секції та є відкритими у цієї внутрішньої стінки, при цьому і всі ці коробки зовнішньої стінки, і всі ці коробки внутрішньої стінки мають принаймні частково відкритий низ так, що уможливлене надходження охолоджувального повітря у згаданий тракт охолодження зерна через входи згаданих коробів зовнішньої стінки, його переміщення вгору повз зерно, що переміщується донизу, надходження у згадані коробки внутрішньої стінки та потрапляння у центральну камеру охолоджувальної секції через виходи згаданих коробів внутрішньої стінки.

5. Баштова сушарка за п. 4, яка **відрізняється** тим, що згаданий кожух має відкритий низ, і при цьому цей низ кожуха знаходиться поблизу рівня принаймні деяких коробів зовнішньої стінки, так що відпрацьоване повітря може втягуватися через коробки зовнішньої стінки як охолоджувальне повітря.

6. Баштова сушарка для сушіння зерна, яка включає верхню сушильну секцію, яка включає внутрішню стінку та зовнішню стінку, яка оточує згадану внутрішню стінку, при цьому як ця внутрішня, так і ця зовнішня стінки є повітропроникними і ці внутрішня та зовнішня стінки спільно визначають тракт сушіння зерна, а згадана внутрішня стінка визначає центральну камеру сушильної секції;

нижню охолоджувальну секцію, яка включає внутрішню стінку та зовнішню стінку, яка оточує згадану внутрішню стінку, при цьому ці внутрішня та зовнішня стінки охолоджувальної секції спільно визначають тракт охолодження зерна, який сполучений зі згаданим трактом сушіння зерна та приймає зерно з нього, причому згадана внутрішня стінка визначає центральну камеру охолоджувальної секції, при цьому ці внутрішня та зовнішня стінки охолоджувальної секції виконані так, щоб уможливити втягування навколишнього повітря, що є зовнішнім відносно згаданої баштової сушарки, у згадану центральну камеру охолоджувальної секції;

повітродувку та нагрівач, які розташовані між згаданою центральною камерою охолоджувальної секції та згаданою центральною камерою сушильної секції, при цьому згадані повітродувка та нагрівач виконані з можливістю подавання нагрітого повітря у згадану центральну камеру сушильної секції;

систему рекуперації тепла, яка включає щонайменше один тракт повторного використання відпрацьованого повітря, який має вхід, розташований так, щоб приймати повітря, яке виходить із баштової сушарки крізь сушильну секцію, та вихід, який знаходиться у сполученні зі згаданою центральною камерою охолоджувальної секції так, що уможливлені спрямовування нагрітого відпрацьованого повітря цим трактом повторного використання відпрацьованого повітря зі згаданої сушильної секції та його повторна подача у згадану центральну камеру охолоджувальної секції;

причому згадані внутрішня та зовнішня стінки охолоджувальної секції виконані з повітронепроникних матеріалів, і згадана баштова сушарка включає в себе коробки, які простягаються крізь згаданий тракт охолодження зерна, забезпечуючи сполучення згаданої центральної камери охолоджувальної секції з навколишнім зовнішнім повітрям;

причому згадані коробки включають множину коробів зовнішньої стінки, які простягаються до згаданого тракту охолодження зерна від згаданої зовнішньої стінки охолоджувальної секції та є відкритими у цієї зовнішньої стінки, та множину коробів внутрішньої стінки, які простягаються до згаданого тракту охолодження зерна від згаданої внутрішньої стінки охолоджувальної секції та є відкритими у цієї внутрішньої стінки, при цьому і всі ці коробки зовнішньої стінки, і всі ці коробки внутрішньої стінки мають принаймні частково відкритий низ;

так, що уможливлене надходження охолоджувального повітря у згаданий тракт охолодження зерна через входи згаданих коробів зовнішньої стінки, його переміщення вгору повз зерно, що переміщується донизу, надходження у згадані коробки внутрішньої стінки та потрапляння у центральну камеру охолоджувальної секції через виходи згаданих коробів внутрішньої стінки.

7. Баштова сушарка за п. 6, яка **відрізняється** тим, що згадані коробки внутрішньої стінки та згадані коробки зовнішньої стінки мають похилі верхні поверхні, які визначають кут до вертикалі, який є меншим, ніж кут природного укусу зерна, яке проходить крізь шахту.

8. Баштова сушарка за п. 7, яка **відрізняється** тим, що верхні поверхні згаданих коробів внутрішньої стінки та згаданих коробів зовнішньої стінки визначають перевернуту літеру "V".

9. Баштова сушарка за п. 8, яка **відрізняється** тим, що згадані коробки внутрішньої стінки мають форму, загалом подібну до перевернутої літери "V", або загалом ромбоподібну форму.

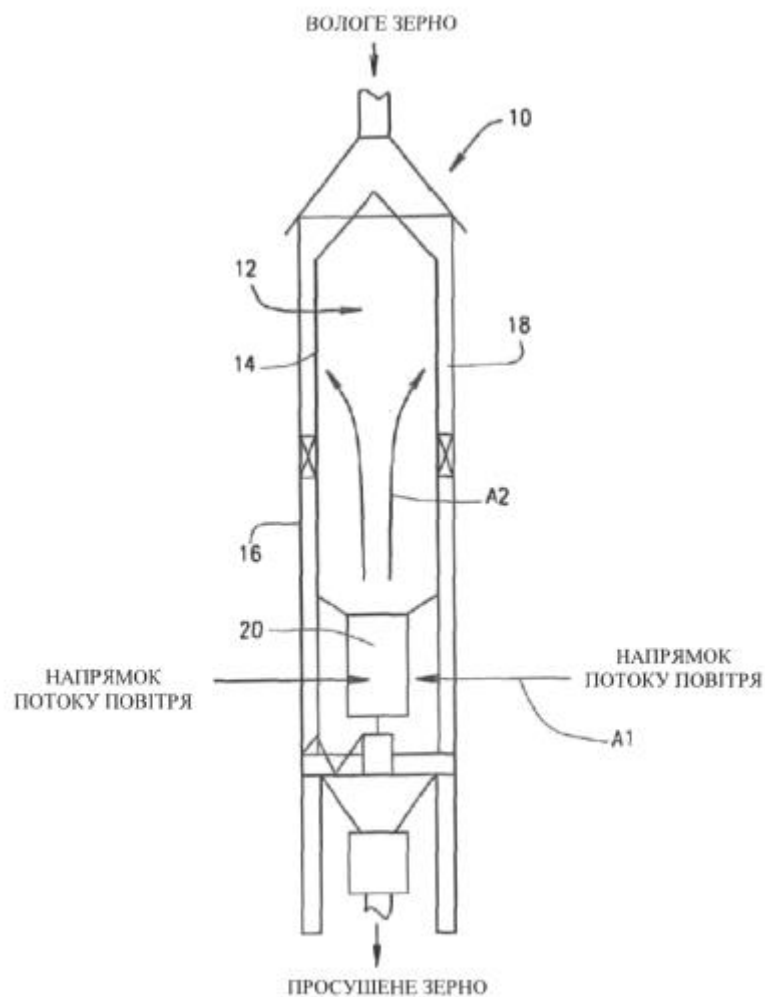
10. Баштова сушарка за п. 8, яка **відрізняється** тим, що згадані короби зовнішньої стінки мають форму, загалом подібну до перевернутої літери "V", або загалом ромбоподібну форму.

11. Баштова сушарка за п. 8, яка **відрізняється** тим, що згадані короби внутрішньої стінки та/або згадані короби зовнішньої стінки мають нижню поверхню, яка є або перфорованою, або ґратчастою.

12. Баштова сушарка за п. 6, яка **відрізняється** тим, що система рекуперації тепла включає кожух для захоплення придатного до повторного використання повітря та відокремлення придатного до повторного використання повітря від непридатного до використання відпрацьованого повітря та/або навколишнього повітря.

13. Баштова сушарка за п. 12, яка **відрізняється** тим, що згаданий щонайменше один тракт повторного використання відпрацьованого повітря включає короб для забезпечення сполучення згаданого кожуха з охолоджувальною камерою.

14. Баштова сушарка за п. 12, яка **відрізняється** тим, що згаданий кожух має відкритий низ, і при цьому цей низ кожуха знаходиться поблизу рівня принаймні деяких коробів зовнішньої стінки, так що відпрацьоване повітря може втягуватися через короби зовнішньої стінки як охолоджувальне повітря.



Фіг. 1

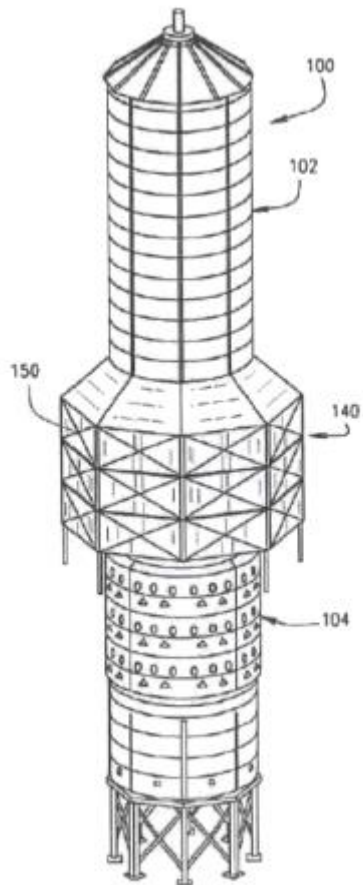


Fig. 2

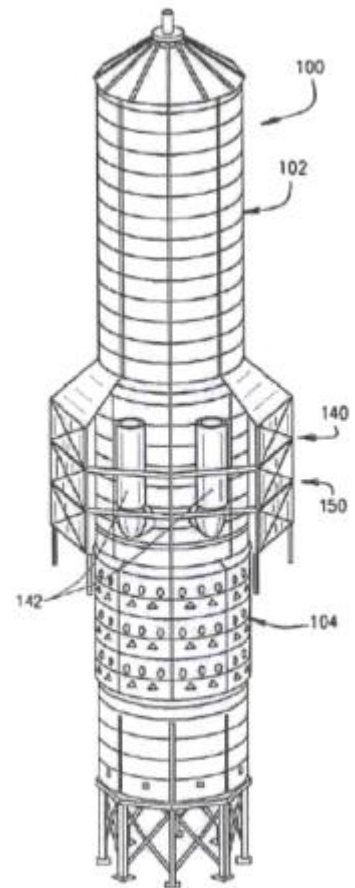


Fig. 3

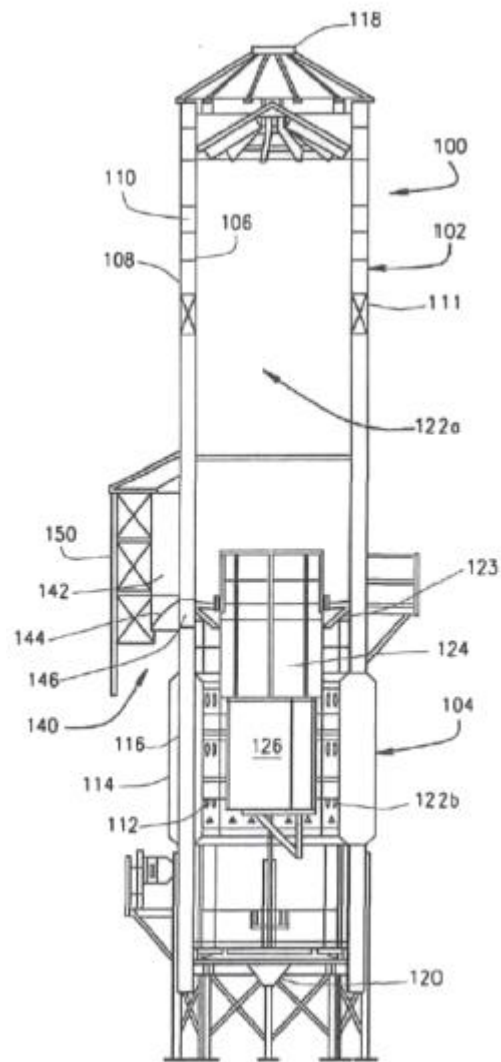


Fig. 4

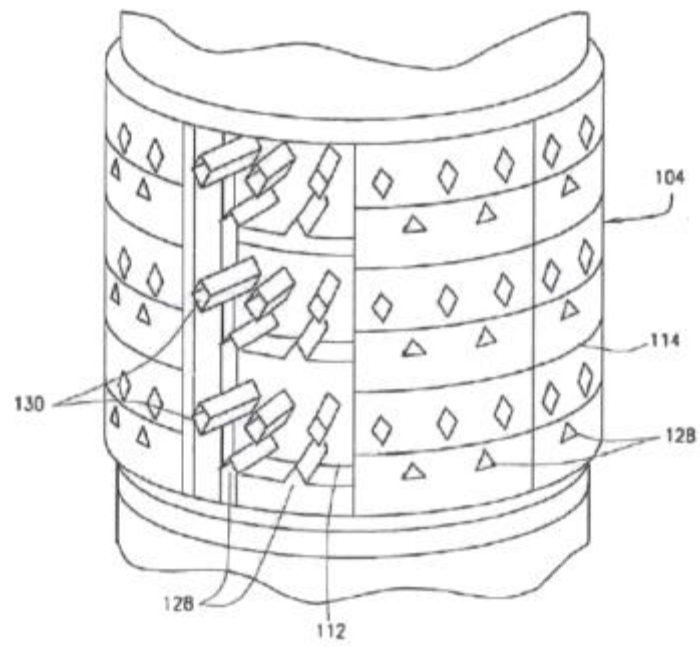


Fig. 5

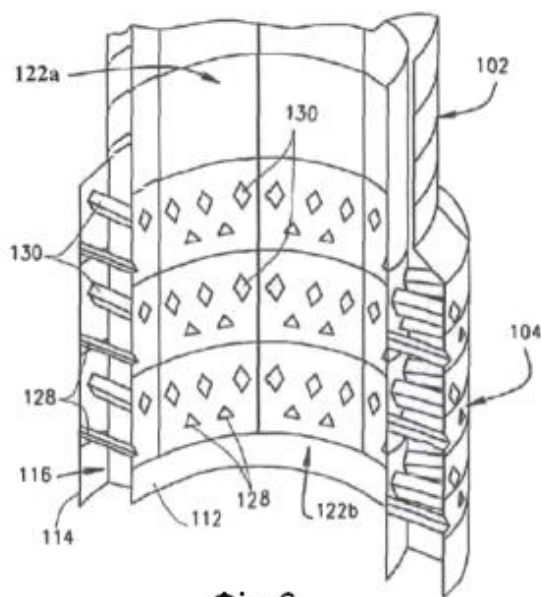


Fig. 6

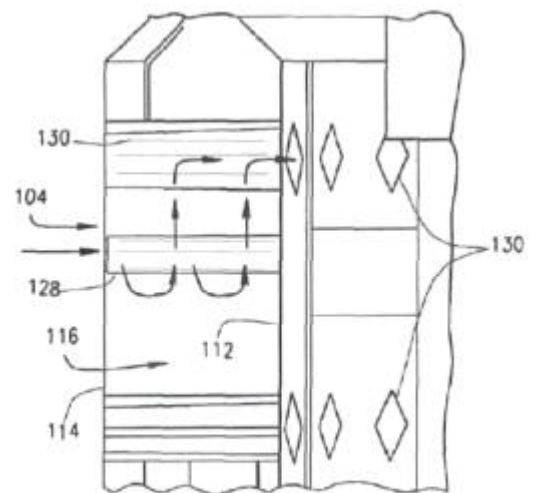


Fig. 7

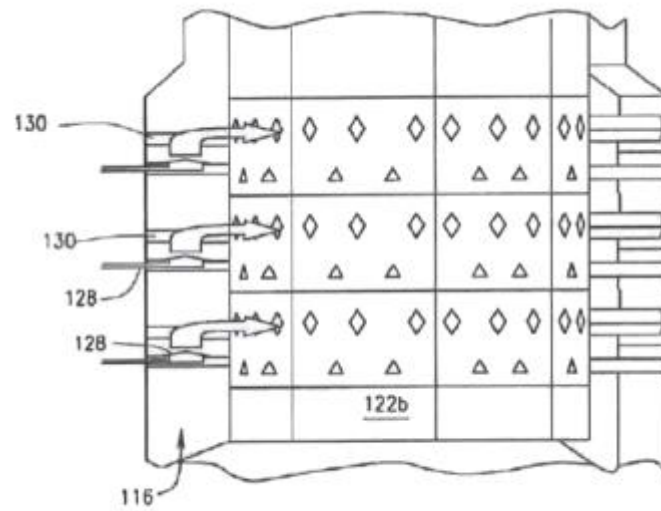


Fig. 8

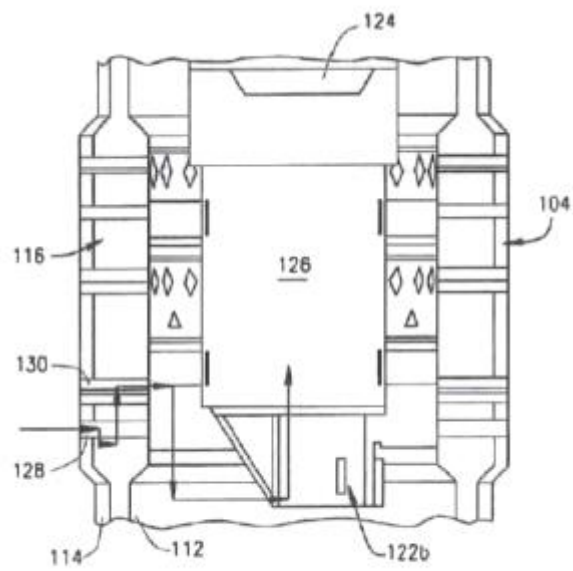
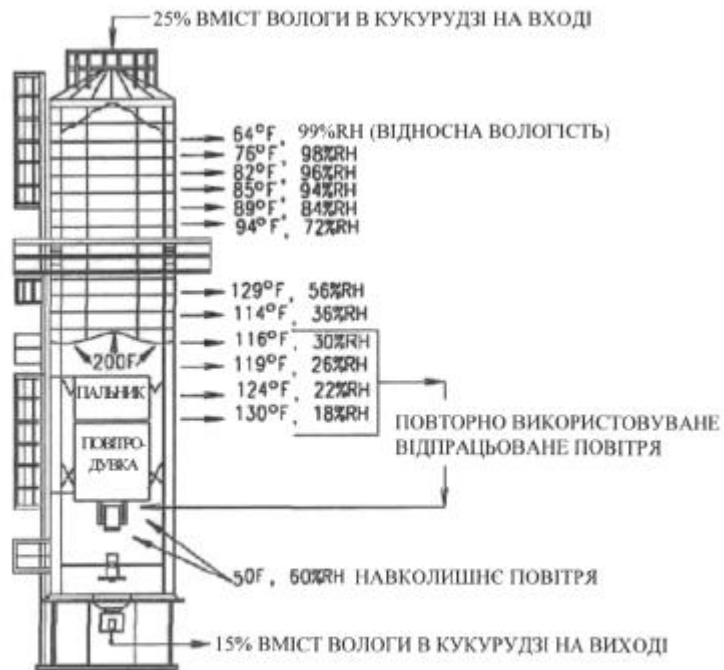
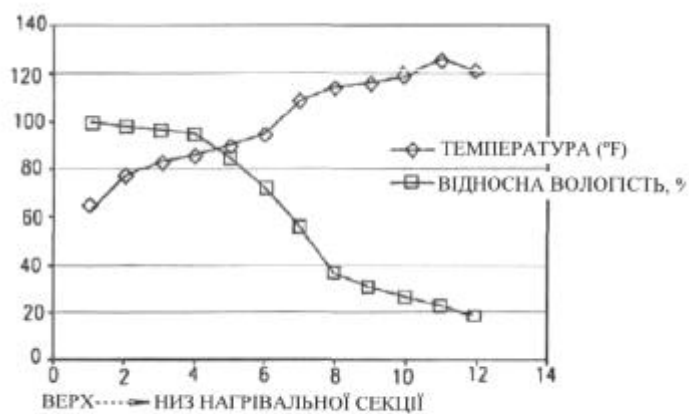


Fig. 9



Фіг. 10А



Фіг. 10В

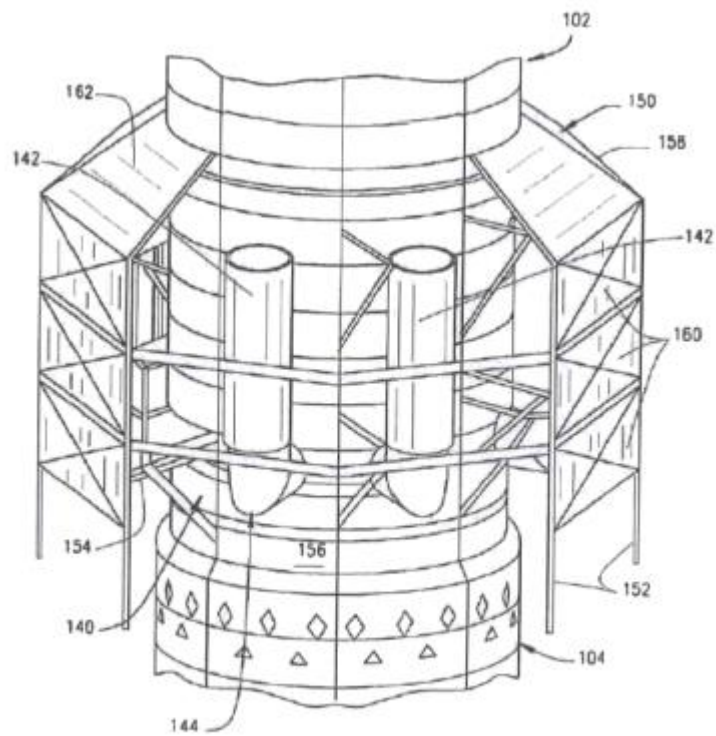


Fig. 11

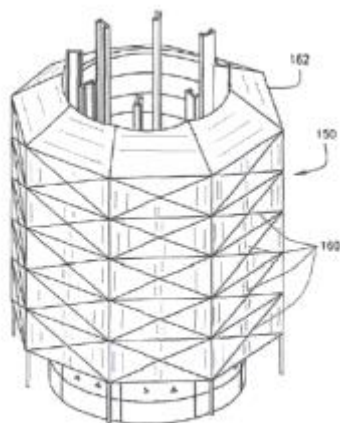


Fig. 12

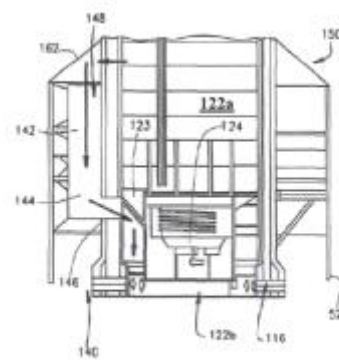


Fig. 13

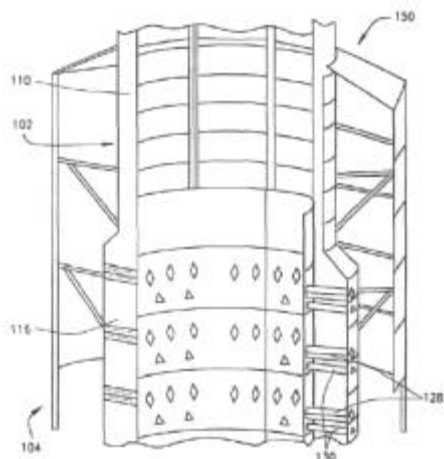


Fig. 14

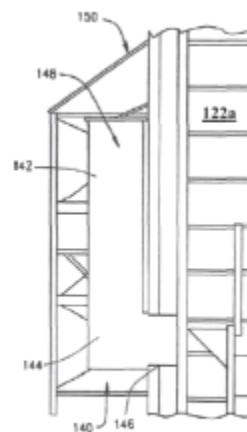


Fig. 15

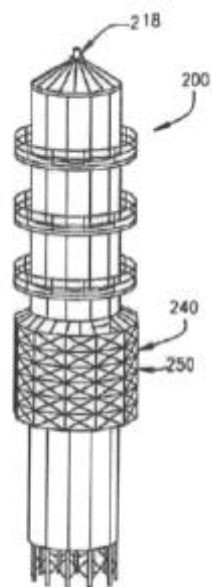


Fig. 16A

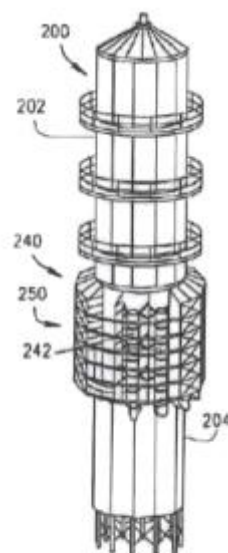


Fig. 16B

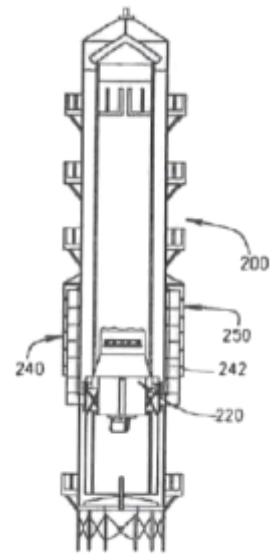


Fig. 16C

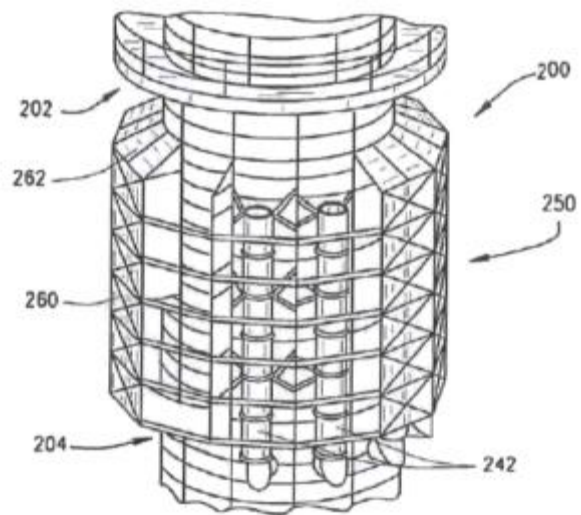


Fig. 17

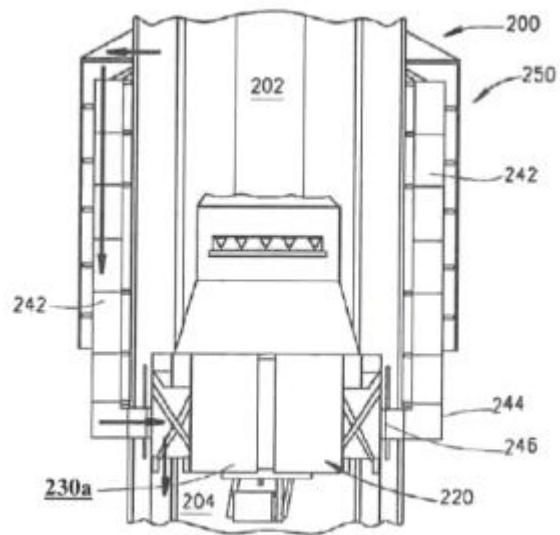
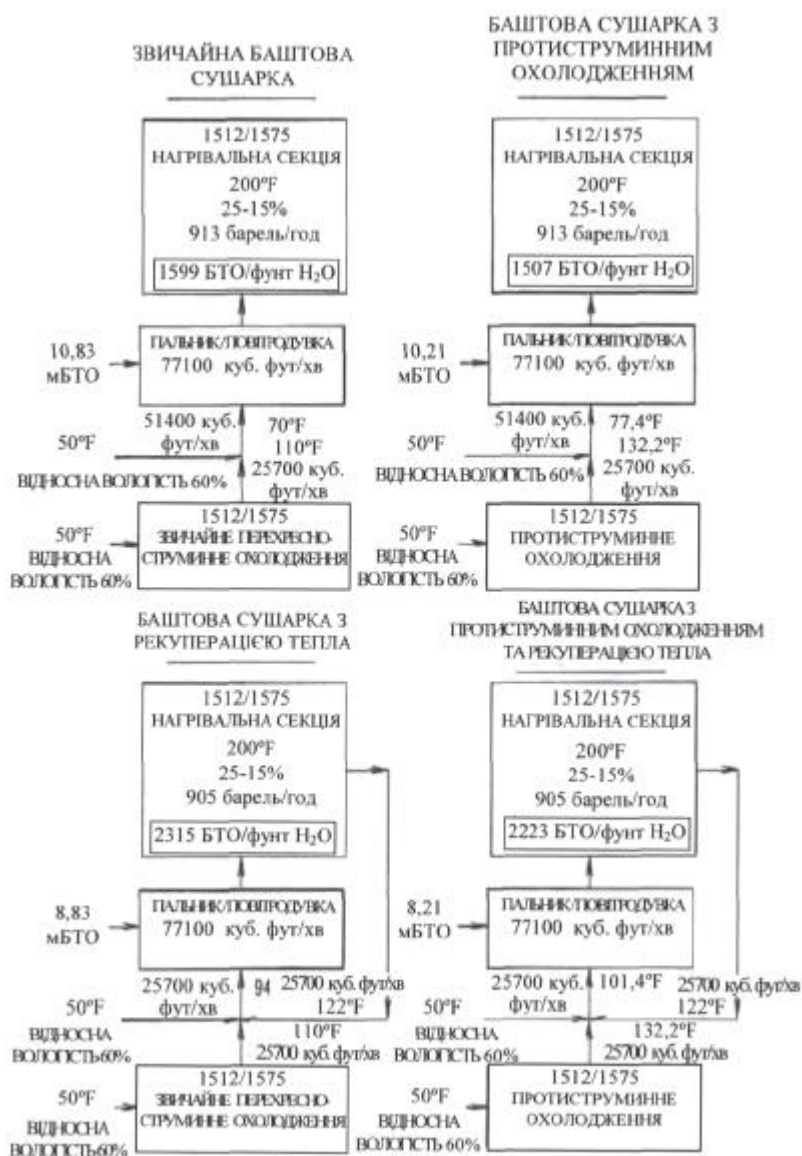


Fig. 18



Фіг. 19

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство розвитку економіки, торівлі 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