



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: **2003131848/06, 29.10.2003**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**29.10.2003**

(43) Дата публикации заявки: **10.04.2005**

(45) Опубликовано: **10.06.2008 Бюл. № 16**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2204095 C1, 10.05.2003. RU 2201566 C1, 27.03.2003. RU 2165566 C1, 20.04.2001. SU 1287702 A1, 10.11.1995. RU 2194228 C1, 10.12.2002.**

Адрес для переписки:

**347910, Ростовская обл., г. Таганрог, пер.  
Каркасный, 9, ООО ПП "СпецАгроКомплект"**

(72) Автор(ы):

**Гончаров Александр Владимирович (RU),  
Оболенский Александр Сергеевич (RU),  
Пахомов Виктор Иванович (RU),  
Письменов Александр Владимирович (RU),  
Скубилин Михаил Демьянович (RU),  
Червяков Георгий Георгиевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

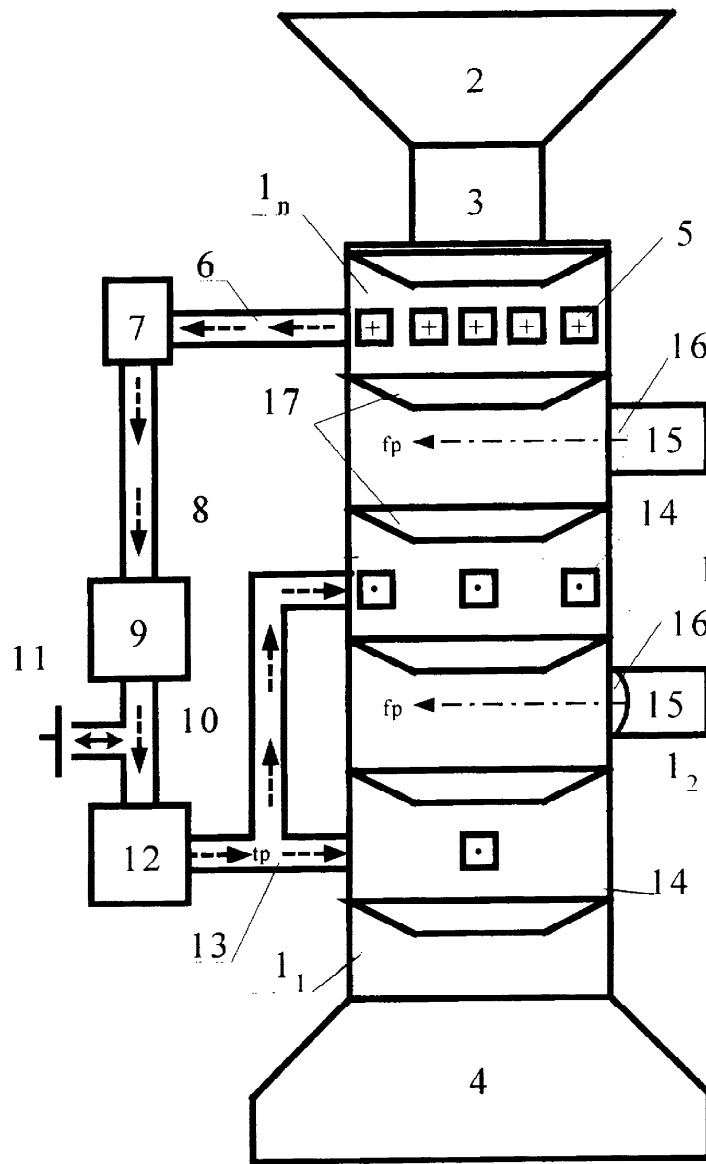
**Общество с Ограниченной Ответственностью  
Производственное предприятие  
"СпецАгроКомплект" (RU)**

**(54) СПОСОБ СУШКИ ЗЕРНА И ЗЕРНОВАЯ СУШИЛКА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству и пищевой промышленности, а в частности - к способам и средствам подготовки зерна и зернобобовых к хранению и переработке. Способ сушки зерна состоит в его перемещении через пространство с подогретым сушильным агентом под пониженным атмосферным давлением и дополнительным параллельным неоднократным подогревом зерна высокочастотным излучением. Зерновая сушилка состоит из сушильной камеры, разделенной на ряд зон диффузорами и установленной вертикально, бункера загрузки зерна, установленного над сушильной камерой, дозатора, соединенного по входу и выходу с выходом бункера загрузки зерна и входом зерна в сушильную камеру соответственно, бункера выгрузки зерна, соединенного входом с выходом зерна из сушильной камеры, движителя сушильного агента, канала отвода сушильного агента, соединенного с зоной отвода сушильного агента сушильной камеры, расположенной в верхней части сушильной камеры, и входом движителя сушильного агента, источника тепловой энергии подогрева сушильного агента, соединенного входом с выходом движителя теплового агента,

канала перемещения сушильного агента, соединенного входом с выходом источника тепловой энергии подогрева сушильного агента, а выходами - с входами ввода сушильного агента в сушильную камеру, и источников энергии сверхвысокой частоты, установленных в активных зонах сушильной камеры и соединенных выходами со входами ввода излучений сверхвысокой частоты сушильной камеры, причем зоны ввода сушильного агента сушильной камеры содержат входы ввода сушильного агента, площадь сечения которых возрастает с высотой зоны, а зона отвода сушильного агента содержит выход отвода сушильного агента, а в канале перемещения сушильного агента между движителем сушильного агента и источником тепловой энергии подогрева сушильного агента установлен вход-выход сушильного агента с изменяемым проходным сечением, для сообщения канала перемещения сушильного агента с окружающей атмосферой. Предлагаемые способ сушки зерна и зерновая сушилка, при снижении энергоемкости, обеспечивают повышение производительности процесса сушки зерна без ухудшения его пищевых и биологических характеристик. 2 н.п. ф-лы, 1 ил.





FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
**F26B 3/347** (2006.01)  
**F26B 17/12** (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2003131848/06, 29.10.2003**

(24) Effective date for property rights: **29.10.2003**

(43) Application published: **10.04.2005**

(45) Date of publication: **10.06.2008 Bull. 16**

Mail address:

**347910, Rostovskaja obl., g. Taganrog, per.  
Karkasnyj, 9, OOO PP "SpetsAgroKomplekt"**

(72) Inventor(s):

**Goncharov Aleksandr Vladimirovich (RU),  
Obolenskij Aleksandr Sergeevich (RU),  
Pakhomov Viktor Ivanovich (RU),  
Pis'menov Aleksandr Vladimirovich (RU),  
Skubilin Mikhail Dem'janovich (RU),  
Chervjakov Georgij Georgievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s Ogranichennoj Otvetstvennost'ju  
Proizvodstvennoe predpriyatie  
"SpetsAgroKomplekt" (RU)**

(54) **METHOD OF GRAIN DRYING AND GRAIN DRYER**

(57) Abstract:

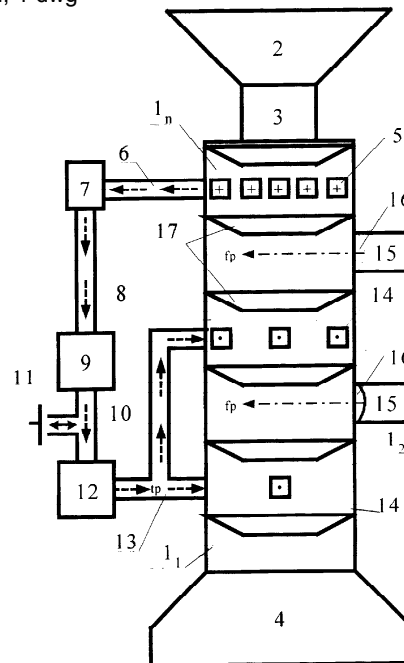
FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: invention refers to agriculture and food industry, specifically to methods and facilities used for development of grain and leguminous plants before storage and treatment. Method of grain drying implies that grain is transported through space equipped with preheated drying agent at low air pressure and auxiliary simultaneous repeated heating with high-frequency radiation. Grain dryer comprises vertically mounted drying chamber divided into several zones with diffusers, grain feed bin mounted above drying chamber, dosing unit with input and output connected to grain feed bin output and drying chamber input respectively, grain unloading bunker input of which is connected to output of drying chamber, drying agent track mover, drying agent branch duct, connected to drying agent offtake zone of drying chamber located in upper part of drying chamber, heat energy source of drying agent preheating with input connected to output of heat agent track mover, drying agent track channel with input connected to output heat energy source of drying agent preheating and outputs connected to inputs of drying agent feed to drying chamber, and energy sources of microwave frequency mounted in active zones of drying chamber and equipped with outputs connected inputs of microwave frequency supply to drying chamber, in addition zones of drying agent feed to drying chamber contain inputs of drying agent feed sectional area of which increases by zone height, and drying agent offtake zone

contains output of drying agent offtake, and drying agent track channel between drying agent track mover and heat energy source of drying agent preheating is fixed input-output of drying agent with variable flow section to ensure communication of drying agent track channel with environment.

EFFECT: improved efficiency of grain drying process preventing degradation of edibility characteristics and biological properties.

2 cl, 1 dwg



RU 2 326 311 C2

RU 2 326 311 C2

Предлагаемое изобретение, способ сушки зерна и зерновая сушилка, относится к сельскому хозяйству и пищевой промышленности, а в частности - к способам и средствам подготовки зерна и зернобобовых к хранению и переработке.

Известны способы сушки, удаления жидкости (обычно влаги), из твердых, жидких и газообразных тел. При сушке удаляется, как правило, влага, связанная с материалом физико-химически (адсорбционно и осмотически) и механически (влага макро- и микрокапиларов). Цель сушки - сохранение физико-химических свойств материалов, обеспечение во многих случаях сохранности материалов на продолжительный период времени, а также исключение перевозки балласта и повышение хрупкости и сыпучести материала. В технике наиболее распространена сушка влажных материалов при их подготовке к переработке, использованию или хранению. Сушка материалов - процесс, сопровождающийся тепло- и массообменом между сушильным агентом (воздух, топочные газы и пр.) и влагой высушиваемого материала. Давление паров жидкости на поверхности твердого материала с повышением температуры возрастает и пары диффундируют в поток сушильного агента. Возрастающий при этом градиент концентрации влаги в материале заставляет ее перемещаться из глубинных слоев к поверхности со скоростью, зависящей от характера связи с материалом. При естественной сушке, в отсутствие принудительного движения сушильного агента (свободное испарение), процесс идет медленно; он ускоряется при обтекании высушиваемого материала потоком подогретого сушильного агента.

Выбор условий сушки (температура, давление, скорость движения сушильного агента и др.) зависит от физико-химических свойств высушиваемого материала: склонности к сокращению в объеме, образованию плотной корки на поверхности, повышению хрупкости, термостойкости, утрате биологической продуктивности (способности к всхожести) и др.

По способу подвода тепла сушилки бывают: конвективные (высушиваемый материал омывается потоком предварительно нагретого сушильного агента), контактные (непосредственный контакт высушиваемого материала с нагреваемой поверхностью), сублимационные (удаление влаги в замороженном состоянии под вакуумом), высокочастотные (удаление влаги под воздействием электрического поля высокой частоты), радиационные (высушивание под действием инфракрасного излучения) /1/.

Для нужд сушки зерновых и зернобобовых широкое промышленное применение получили конвективные сушилки различных конструкций (шахтные, барабанные, распылительные и пр.). В основном варианте конвективной сушилки сушильный агент, предварительно нагретый в калорифере до максимально допустимой температуры, движется в сушилке, непосредственно соприкасаясь с высушиваемым материалом (зерном). Для сушки зерна и некоторых материалов часто применяются сушилки с возвратом (рециркуляцией) части отработанного воздуха (сушильного агента), чем уменьшаются перепады температуры и влагосодержания воздуха на выходе и входе.

В шахтных зерновых сушилках зерно сушится, перемещаясь внутри шахты сверху вниз под действием собственного веса, теплоноситель (сушильный агент - смесь топочных газов с воздухом или подогретый калорифером воздух) поступает по коробам перпендикулярно направлению движению зерна.

Зерновая барабанная сушилка представляет собой цилиндр с внутренней насадкой для пересыпания и перемешивания материала с целью улучшения его контакта с сушильным агентом. Барабан устанавливается либо горизонтально, опираясь на опорные ролики, либо с небольшим наклоном ( $0,5 \div 3,0^\circ$ ). Диаметр барабана достигает 3500 мм, а длина его равна  $3,5 \div 7,0$  диаметрам барабана. Барабан в процессе сушки медленно ( $0,5 \div 8,0$  об/мин) вращается, а зерно, перемешиваясь при обтекании сушильным агентом, перемещается в осевом направлении (вдоль барабана).

Температура теплоносителя (сушильного агента) в шахтных зерновых сушилках, при сушке семенного зерна влажностью до 25% не должна превышать  $80^\circ\text{C}$ , при влажности более 25% -  $70^\circ\text{C}$ . Во время сушки продовольственного зерна влажностью до 25% температура теплоносителя не должна превышать  $110^\circ\text{C}$ , для зерна влажностью более

25% - 100°C. В барабанных зерновых сушилках при сушке семенного зерна влажностью до 25% температура теплоносителя должна быть не более 145÷165°C, а при сушке продовольственного зерна влажностью более 25% - 180÷210°C. Шахтные зерновые сушилки за один пропуск снижают влажность зерна на 6-12%, а барабанные - на 5-8%, производительность известных зерновых сушилок - до 8 т/ч /2/.

Известен способ сушки сырья и материалов растительного происхождения, предусматривающий обработку электромагнитным излучением низкой или сверхнизкой частоты с удалением влаги путем естественного или принудительного обдува нагретым сушильным агентом /3/.

Недостаток известных способов сушки зерна - низкая производительность и высокая энергоемкость.

Задача предлагаемого способа сушки зерна - повышение производительности и снижение энергоемкости процесса сушки зерна.

Технический результат предлагаемого способа сушки зерна состоит в повышении давления паров влаги в зерне и понижении давления сушильного агента в объеме сушильной камеры, что обеспечивает повышение скорости извлечения влаги из высушиваемого зерна (с повышением температуры высушиваемого материала и снижением давления сушильного агента возрастает скорость диффузии паров в поток сушильного агента) при повышении производительности и снижении энергоемкости.

Технический результат предлагаемого способа сушки зерна достигается тем, что, используя конвективную сушку при перемещении зерна под весом собственной тяжести и принудительном обтекании зерна подогретым сушильным агентом, зерно дополнительно подвергают обработке энергией сверхвысокой частоты в пространстве с изменяющимся градиентом пониженного давления сушильного агента. Т.о. высушиваемый материал (зерно) подвергают неоднократному внутреннему нагреву в поле сверхвысокой частоты в объеме с понижающимся градиентом давления подогретого сушильного агента при сбрасывании излишков сушильного агента или его подпитке свежим агентом.

Известна зерновая сушилка /4/, содержащая сушильную камеру, установленную вертикально (шахтная зерновая сушилка), бункер загрузки зерна в сушилку, установленный над сушильной камерой, дозатор подачи зерна, соединенный входом с выходом бункера загрузки зерна в сушилку, а выходом - со входом ввода зерна в сушильную камеру, бункер выгрузки зерна из сушилки, соединенный входом с выходом сушильной камеры, движитель сушильного агента, источник тепловой энергии и каналы перемещения сушильного агента. В известной зерновой сушилке сушильный агент (воздух или топочный газ), подогретый до заданной температуры, по каналу перемещения сушильного агента движителем сушильного агента нагнетается в сушильную камеру под прямым углом к направлению перемещения зерна, для чего выход движителя сушильного агента через источник тепла по калам перемещения сушильного агента соединен со входами ввода сушильного агента в сушильную камеру.

Недостаток известной зерновой сушилки - низкая производительность и высокая энергоемкость.

Задача предлагаемой зерновой сушилки - повышение производительности и снижение энергоемкости процесса сушки зерна.

Технический результат в предлагаемой зерновой сушилке состоит в повышении производительности и снижении энергоемкости путем варьирования, по ходу высушиваемого зерна, давления паров влаги в зерне (высушиваемом материале) и давления сушильного агента в объеме сушильной камеры, чем достигается повышением скорости извлечения влаги из высушиваемого зерна.

Технический результат в предлагаемой зерновой сушилке достигается тем, что в зерновой сушилке, содержащей контур вертикального перемещения зерна из последовательно, по ходу перемещения зерна, соединенных бункера загрузки сушилки зерном, дозатора, сушильной камеры и бункера выгрузки зерна из сушилки, и контур перемещения сушильного агента из движителя сушильного агента, и последовательно

соединенных источника тепловой энергии подогрева сушильного агента, канала перемещения сушильного агента и сушильной камеры, в объем сушильной камеры сушилки дополнительно введены диффузоры, разделяющие сушильную камеру на чередующиеся по функциональному назначению зоны ввода сушильного агента, 5 оборудованные вводами сушильного агента, и зоны ввода энергии сверхвысокой частоты, оборудованные вводами энергии сверхвысокой частоты, в зоны ввода энергии сверхвысокой частоты дополнительно введены источники энергии сверхвысокой частоты, соединенные через вводы энергии сверхвысокой частоты с сушильной камерой, зоны 10 ввода сушильного агента выполнены с переменным, от зоны к зоне, сечением и соединены через канал перемещения сушильного агента с источником тепловой энергии, двигатель сушильного агента через каналы перемещения сушильного агента и циклон соединен с выводом сушильного агента из сушильной камеры, а канал перемещения сушильного агента между двигателем сушильного агента и источником тепловой энергии, через ввод-вывод сушильного агента, соединен с окружающей атмосферой. При этом высушиваемый 15 материал (зерно) периодически подвергают внутреннему нагреву энергией сверхвысокой частоты в объеме с периодическим изменением пониженного давления сушильного агента, для чего сушильный агент, предварительно подогретый источником тепловой энергии (калорифером) до заданной температуры, откачивается из сушильной камеры двигателем сушильного агента и частично рециркулируется, причем сушильный агент в сушильную 20 камеру подается всасыванием через нижние зоны сушильной камеры по перпендикуляру к направлению перемещения высушиваемого зерна, а откачивается из сушильной камеры через выход отвода сушильного агента в верхней ее зоне.

На чертеже показана конструкция шахтной зерновой сушилки.

Зерновая сушилка содержит сушильную камеру 1, выполненную в виде цилиндрического 25 или прямоугольного объема, установленную вертикально, по ходу перемещения высушиваемого зерна, и разделенную на функциональные зоны ( $1_1, 1_2, 1_3, \dots, 1_n$ , снизу вверх), зоны  $1_2, 1_4, 1_6, \dots$  - зоны отвода влаги, зоны  $1_3, 1_5, 1_7, \dots$  - зоны дополнительного подогрева зерна, обработки зерна энергией сверхвысокой частоты, зона  $1_n$  - зона отвода сушильного агента из сушильной камеры 1, бункер 2 загрузки сушилки зерном, 30 установленный над сушильной камерой 1, дозатор 3 зерна, установленный между бункером 2 загрузки зерна и сушильной камерой 1, и соединенный входом с выходом бункера 2 загрузки зерна, а выходом - со входом ввода зерна в сушильную камеру 1, бункер 4 выгрузки зерна из сушилки, установленный под сушильной камерой 1 и соединенный входом с выходом вывода зерна из сушильной камеры 1, выход 5 отвода сушильного агента из сушильной камеры 1, первый канал 6 перемещения сушильного агента, 35 соединенный входом с выходом 5 отвода сушильного агента из сушильной камеры 1, циклон 7, соединенный входом, через первый канал 6 перемещения сушильного агента, с входом 5 отвода сушильного агента из сушильной камеры 1 (из зоны  $1_n$  отвода сушильного агента), второй канал 8 перемещения сушильного агента, соединенный входом с выходом 40 циклона 7, двигатель 9 сушильного агента (вентилятор, компрессор), соединенный входом с выходом второго канала 8 перемещения сушильного агента, третий канал 10 перемещения сушильного агента, соединенный входом с выходом двигателя 9 сушильного агента, вход-выход 11 сушильного агента с варьируемым проходным сечением, соединенный с окружающей атмосферой и с третьим каналом 10 перемещения сушильного агента, источник 12 тепловой энергии, соединенный входом с выходом третьего канала 10 45 перемещения сушильного агента, четвертый канал 13 перемещения сушильного агента, соединенный входом с выходом источника 12 тепловой энергии, входы 14 ввода сушильного агента в сушильную камеру 1, установленные в четных (2, 4, ..., снизу в верх), зонах сушильной камеры 1 и соединенные с выходами четвертого канала 13 50 перемещения сушильного агента, источники 15 энергии сверхвысокой частоты, установленные в нечетных (3, 5, ..., снизу вверх) зонах сушильной камеры 1, входы 16 ввода энергии сверхвысокой частоты, установленные в нечетных (3, 5, ...) зонах сушильной камеры 1 и соединенный с выходами вывода энергии сверхвысокой частоты

источников 15 энергии сверхвысокой частоты, и диффузоры 17, установленные на границах зон ( $1_1, 1_2, \dots$ ) сушильной камеры 1.

Зерновая сушилка работает следующим образом.

Зерно загружается в бункер 2 загрузки зерна в сушилку, под собственным весом, через  
 5 дозатор 3 и последовательно через диффузоры 10 и сушильную камеру 1 (через  
 зоны  $1_n, 1_{n-1}, 1_{n-2}, \dots, 1_3, 1_2, 1_1$  сушильной камеры 1), равномерно во времени поступает в  
 бункер 4 выгрузки зерна. При этом движитель сушильного агента непрерывно  
 последовательно, через выход 5 отвода сушильного агента, первый канал 6 перемещения  
 сушильного агента, циклон 7 и второй канал 8 перемещения сушильного агента,  
 10 откачивает сушильный агент из сушильной камеры 1, а через третий канал 10  
 перемещения сушильного агента, источник 12 тепловой энергии, четвертый канал 13  
 перемещения сушильного агента и входы 14 ввода сушильного агента в сушильную камеру  
 1, направляет его в сушильную камеру под прямым углом к направлению перемещения  
 зерна. Через вход-выход 11 сушильного агента излишки сушильного агента сбрасываются в  
 15 окружающую атмосферу или пополняется его недостаток. В источнике 12 тепловой энергии  
 сушильный агент подогревается до заданной температуры. Сушильный агент, обтекая  
 зерно, удаляет влагу с поверхности зерна, а источники 15 энергии сверхвысокой  
 частоты, через входы 16 энергии сверхвысокой частоты, дополнительно подогревает  
 зерно, создавая внутри него избыточное давление паров, повышая градиент давления  
 20 паров влаги между внутренним и внешним объемами зерна и повышая скорость удаления  
 влаги из высушиваемого зерна. Разницей сечений входов 14 ввода сушильного агента и  
 диффузорами 17 дополнительно, вдоль сушильной камеры, создается градиент давления  
 внутри сушильной камеры, что еще более ускоряет процесс сушки зерна.

Применение сверхвысокочастотного нагрева зерна обеспечивает повышение давления  
 25 паров влаги внутри зерна, ускоренное проникновение паров влаги к поверхности зерна, а  
 пониженное давление нагретого сушильного агента - ускоренный отвод влаги с  
 поверхности зерна.

Применение предлагаемых способа сушки зерна и зерновой сушилки, по результатам  
 натуральных испытаний в ООО «СпецАгроКомплект», при трех источниках  
 30 сверхвысокочастотного нагрева зерна и суммарной потребляемой от сети мощности в 12-  
 15 кВт/ч, обеспечивают производительность сушки зерна злаковых до 12 т/час при  
 снижении влажности зерна с 30% до 8-12% на выходе за один прогон.

Источники информации

1. Лыков А.В. Теория сушки, 2-е изд., - М.: 1968.
- 35 2. Сельскохозяйственные машины и орудия, 2 изд., - М.: 1971.
3. Патент RU 2204095, F26B 3/347, б. 13, 2003.
4. Патент RU 2201566, F26B 3/347, б. 9, 2003.

#### Формула изобретения

- 40 1. Способ сушки зерна, использующий конвективную сушку при перемещении зерна под  
 весом собственной тяжести и принудительном обтекании зерна подогретым сушильным  
 агентом, отличающийся тем, что зерно дополнительно подвергают обработке энергией  
 сверхвысокой частоты в пространстве с изменяющимся градиентом пониженного давления  
 сушильного агента.
- 45 2. Зерновая сушилка, содержащая контур вертикального перемещения зерна из  
 последовательно, по ходу перемещения зерна, соединенных бункера загрузки сушилки  
 зерном, дозатора, сушильной камеры и бункера выгрузки зерна из сушилки, и контур  
 перемещения сушильного агента из движителя сушильного агента и последовательно  
 соединенных источника тепловой энергии подогрева сушильного агента, канала  
 50 перемещения сушильного агента и сушильной камеры, отличающаяся тем, что в объем  
 сушильной камеры сушилки дополнительно введены диффузоры, разделяющие сушильную  
 камеру на чередующиеся по функциональному назначению зоны ввода сушильного агента,  
 оборудованные вводами сушильного агента, и зоны ввода энергии сверхвысокой частоты,

оборудованные вводами энергии сверхвысокой частоты, в зоны ввода энергии сверхвысокой частоты дополнительно введены источники энергии сверхвысокой частоты, соединенные через вводы энергии сверхвысокой частоты с сушильной камерой, зоны ввода сушильного агента выполнены с переменным от зоны к зоне сечением и соединены

5 через канал перемещения сушильного агента с источником тепловой энергии, двигатель сушильного агента через каналы перемещения сушильного агента и циклон соединен с выводом сушильного агента из сушильной камеры, а канал перемещения сушильного агента между двигателем сушильного агента и источником тепловой энергии через ввод-вывод сушильного агента соединен с окружающей атмосферой.

10

15

20

25

30

35

40

45

50