

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A23C 3/07 (2023.08); A23L 3/01 (2023.08); H05B 6/6405 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2022128403, 01.11.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.11.2022Дата регистрации:
16.11.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.11.2022

(45) Опубликовано: 16.11.2023 Бюл. № 32

Адрес для переписки:

603107, г. Нижний Новгород, пр-кт Гагарина,
97, ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ,
ведущему инженеру-патентоведу Ошуркову
М.В.

(72) Автор(ы):

Новикова Галина Владимировна (RU),
Меженина Елена Ивановна (RU),
Тихонов Александр Анатольевич (RU),
Ершова Ирина Георгиевна (RU),
Просвирякова Марьяна Валентиновна (RU),
Михайлова Ольга Валентиновна (RU),
Фёдоров Максим Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Нижегородский
государственный агротехнологический
университет" (ФГБОУ ВО Нижегородский
ГАТУ) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2701809 C1, 01.10.2019. RU
2708989 C1, 12.12.2019. RU 2096963 C1,
27.11.1997. SU 49777 A1, 31.08.1936. WO
2010110853 A1, 30.09.2010.

(54) МИКРОВОЛНОВЫЙ ПАСТЕРИЗАТОР МОЛОКА

(57) Реферат:

Изобретение относится к молочной промышленности, в частности к оборудованию для пастеризации молока. Микроволновый пастеризатор молока содержит соединенные секции сдвоенных квазистационарных тороидальных резонаторов, состыкованных основаниями, каждый резонатор представлен в виде тора прямоугольного сечения и конденсаторной частью, образованной параллельно расположенными основанием резонатора и малым основанием, с предусмотренными в них отверстиями, расположенными равномерно по окружностям так, что расстояние между отверстиями более четверти длины волны, через которые в конденсаторных частях резонаторов всех секций проложены радиопрозрачные молокопроводы

сечением менее двух глубин проникновения волны, при этом на боковые поверхности каждого резонатора по периметру оснований со сдвигом на 120 градусов установлены волноводы с магнетронами, излучатели которых направлены в конденсаторные части через соответствующие керамические цилиндрические зеркала, расположенные соосно на внутренних поверхностях резонаторов, причем в открытых пространствах крайних резонаторов размещены замедляющие неферромагнитные спиральные устройства, через которые проложены радиопрозрачные молокопроводы. Изобретение позволяет снизить бактериальную обсемененность молока и тем самым сохранить его биологическую ценность. 7 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

A23C 3/07 (2023.08); A23L 3/01 (2023.08); H05B 6/6405 (2023.08)(21)(22) Application: **2022128403, 01.11.2022**(24) Effective date for property rights:
01.11.2022Registration date:
16.11.2023

Priority:

(22) Date of filing: **01.11.2022**(45) Date of publication: **16.11.2023 Bull. № 32**

Mail address:

**603107, g. Nizhnij Novgorod, pr-kt Gagarina, 97,
FGBOU VO Nizhegorodskij GATU, vedushchemu
inzheneru-patentovedu Oshurkovu M.V.**

(72) Inventor(s):

**Novikova Galina Vladimirovna (RU),
Mezhenina Elena Ivanovna (RU),
Tikhonov Aleksandr Anatolevich (RU),
Ershova Irina Georgievna (RU),
Prosviryakova Maryana Valentinovna (RU),
Mikhajlova Olga Valentinovna (RU),
Fedorov Maksim Evgenevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Nizhegorodskij gosudarstvennyj
agrotekhnologicheskij universitet" (FGBOU VO
Nizhegorodskij GATU) (RU)**(54) **MICROWAVE MILK PASTEURIZER**

(57) Abstract:

FIELD: dairy industry.

SUBSTANCE: invention relates to equipment for milk pasteurization. A microwave milk pasteurizer contains connected sections of dual quasi-stationary toroidal resonators, joined by bases, each resonator is presented in the form of a torus of rectangular cross-section and a capacitor part formed by a parallel resonator base and a small base, with holes provided in them, located evenly around the circumferences so that the distance between holes of more than a quarter wavelength, through which radio-transparent milk pipes with a cross-section of less than two wave penetration depths are laid in the capacitor parts of the resonators of all sections, while waveguides with magnetrons are

installed on the side surfaces of each resonator along the perimeter of the bases with a shift of 120 degrees, the emitters of which are directed to the capacitor parts through corresponding ceramic cylindrical mirrors located coaxially on the internal surfaces of the resonators, and in the open spaces of the outer resonators there are slowing non-ferromagnetic spiral devices through which radio-transparent milk pipelines are laid.

EFFECT: invention makes it possible to reduce the bacterial contamination of milk and thereby preserve its biological value.

1 cl, 7 dwg

Изобретение относится к оборудованию для тепловой обработки пищевых продуктов, в частности для пастеризации молока.

Пастеризуют молоко для уничтожения патогенной микрофлоры, снижения общей бактериальной обсемененности, получения заданных органолептических свойств, вязкости, плотности сгустка и т.д. Пастеризация предусматривает очистку молока от болезнетворных микроорганизмов (туберкулезных и бруцеллезных бактерий) при температуре, немного меньшей, чем температура кипения. Основные свойства молока (консистенция, вкус, запах) остаются практически без изменений.

Существует три способа пастеризации молока [1]:

- первый способ - длительная пастеризация, молоко нагревают до температуры 63-65°C и пастеризуют в течение 30 мин;

- второй способ - кратковременная пастеризация, молоко нагревают до температуры 72-75°C и пастеризуют в течение 30-40 с;

- третий способ - мгновенная пастеризация, молоко нагревают до температуры 85-90°C и пастеризуют в течение 8-10 с. При этой температуре изменяются вкусовые качества и аромат молока, физико-химические свойства (испаряются газы, снижается кислотность на 0,5-1°Т), солевой состав казеин. Белок альбумина денатурируется уже при 60-65°C. Если доступ кислорода в пастеризатор ограничен, то витамины устойчивы к термической обработке [1].

Приоритетными направлениями совершенствования и создания новых пастеризационно-охладительных установок является снижение энергоемкости теплообменных процессов, минимизация их геометрических размеров.

Существуют различные конструкционные исполнения пастеризационно-охладительных установок: емкостные (длительная пастеризация); пластинчатые (кратковременная пастеризация); трубчатые (мгновенная пастеризация) [2].

1. Нагревание молока в ваннах длительной пастеризации осуществляется горячей водой, подогреваемой паром непосредственно в рубашке, а охлаждение - ледяной водой, перегоняемой через рубашку. Расход пара на пастеризацию 1000 кг молока составляет 100-140 кг, что в 4,5-5 раз больше, чем в пластинчатых пастеризаторах.

2. В пластинчатом теплообменном аппарате три секции: пастеризации, рекуперации и охлаждения. Выходящий из секции рекуперации горячий продукт в потоке отдает тепло поступающему холодному продукту. Горячий продукт перед попаданием в секцию охлаждения частично охлажден. Процессы нагрева и охлаждения осуществляются в закрытом потоке. Сырое молоко из емкости для хранения подается насосом в промежуточный бак, оттуда насосом перекачивается через стабилизатор потока в секцию регенерации, где нагревается пастеризованным молоком. Затем молоко под напором подается в секцию пастеризации, где нагревается горячей водой до температуры 76-78°C и направляется в трубчатый выдерживатель, а далее в секцию регенерации. [1, 2]

Преимущества пластинчатого пастеризатора: малые габаритные размеры (в три раза меньше, чем у трубчатого пастеризатора при равной производительности); способность работать при минимальном тепловом напоре; удельный расход пара в 2-3 раза меньше, чем в трубчатых пастеризаторах, и в 4-5 раз меньше, чем в емкостных теплообменниках.

3. Трубчатые пастеризаторы предназначены для обработки молока в потоке при высоких скоростях его движения. Бывают одно-, двух- и четырех секционные пастеризаторы. Односекционный аппарат с паровым обогревом состоит из цилиндрического корпуса с термоизоляцией и закрытым кожухом из стали. Внутри

корпуса размещен трубчатый теплообменник, состоящий из попарно соединенных труб и крышек с резиновыми уплотнителями. Они изолируют каналы друг от друга, создавая змеевик. Первая и последняя трубы теплообменника выведены из цилиндра наружу в виде патрубков со штуцерами для ввода и вывода обрабатываемого молока.

5 Для автоматического удаления конденсата из межтрубного пространства имеется конденсатоотводчик. Молоко через трубу поступает теплообменник, проходя по змеевиковым каналам, нагревается паром до заданной температуры. На выходе молока из теплообменника установлен датчик температуры, с регулятором температуры. Недостатки: высокая металлоемкость; большие габаритные размеры по сравнению с
10 пластинчатым пастеризатором при равной производительности; отсутствие секции рекуперации теплоты; неудобства для санитарной обработки [1,2].

4. Известно пастеризационно-охладительная установка УОМ-ИК, где кроме пластинчатого теплообменника и выдерживателя имеется секция инфракрасного нагрева. Она состоит из отражателя из анодированного алюминия и 16 кварцевых U-трубок, на
15 которых навита спираль из нихрома. Трубки включены в сеть параллельно. В пластинчатом теплообменнике имеется секции регенерации и две секции охлаждения. Молоко из уравнительного бака насосом последовательно подается в секции регенерации, инфракрасного нагрева и выдерживатель. После выдерживателя пастеризованное молоко проходит секцию регенерации, передавая теплоту холодному молоку, и
20 последовательно проходит секции охлаждения водой и рассолом. Преимущества: малая рабочая вместимость (три раза меньше, чем у трубчатого пастеризатора при равной производительности) [2].

5. Известны пастеризаторы молока, производительностью 1000 л/ч, работа которых основана на использовании ультрафиолетового излучения. В его корпусе размещены
25 распределитель молока, газоразрядные лампы с пастеризационными пластинами и блок питания. Молоко через клапаны оросителя подается тонким слоем на верхнюю пастеризационную пластину, где проходит через интенсивный поток УФ лучей. Далее стекает на нижнюю пластину, где повторно облучается нижним облучателем. В блоке питания установлена пускорегулирующая аппаратура, обеспечивающая работу
30 облучателей [2].

Известно, также, что молоко обеззараживают ультрафиолетовыми и инфракрасными лучами в непрерывном потоке при толщине слоя 3-5 см со скоростью 4-5 см/с, при последовательном облучении в течение 20-50 мин. [2].

Известна установка, содержащая объемный резонатор СВЧ генератора, внутри
35 которого расположен радиопрозрачный секционированный барабан в цилиндрическом радиопрозрачном корпусе с крышкой [3].

Известна микроволновая установка для пастеризации маститного молока [4], которая содержит расположенные горизонтально и последовательно соединенные секции, каждая из которых представляет собой последовательно состыкованный с помощью
40 фланца цилиндрический резонатор и цилиндрический кожухотрубчатый теплообменник с патрубками входа и выхода воды. Внутри цилиндрического резонатора соосно установлен цилиндрический фторопластовый распределитель так, что его цилиндрические каналы состыкованы с трубками теплообменника, основания которых служат основаниями цилиндрического резонатора. Диаметр цилиндрических каналов
45 не превышает две глубины проникновения электромагнитного поля сверхвысокой частоты в маститное молоко. Магнетроны установлены с боковой стороны каждого цилиндрического резонатора. Изобретение обеспечивает увеличение биологической ценности маститного молока.

Известны квазистационарные тороидальные резонаторы, принцип действия которых основан на взаимодействии электромагнитного колебания с электронным потоком. Их особенностью является резко выраженное пространственное разъединение электрического и магнитного полей, что позволяет рассматривать такие резонаторы как соединенные сосредоточенные емкости и индуктивности [5, стр. 369].

Известны спиральные замедляющие системы [6, стр. 18], важной особенностью которых является то, что интенсивность электрического поля резко падает с удалением от поверхности спирали, поэтому напряженность электрического поля невелика. Неферромагнитная спираль внутри неферромагнитного цилиндра для сантиметрового диапазона волн выполняет функцию заградительного волновода. Если диаметр неферромагнитного провода мал по сравнению с диаметром спирали, то ее можно рассматривать как анизотропный цилиндр, проводимость которого бесконечна в направлении витков спирали и равна нулю в перпендикулярном направлении [7, стр. 98-99]. Этот принцип заложен в проектируемом многосекционном микроволновом пастеризаторе для обеспечения электромагнитной безопасности при непрерывном режиме перекачивания молока через квазистационарные тороидальные резонаторы.

Научно-технической задачей является разработка системы, обеспечивающей эффективные теплообменные процессы для подавления жизнедеятельности вегетативных форм микроорганизмов молоке воздействием электрического поля высокой напряженности сантиметрового диапазона (частота 2450 МГц, длина волны 12,24 см, глубина проникновения волны в молоко 1,0-1,5 см).

Целью настоящей работы является разработка микроволнового пастеризатора молока непрерывно-поточного действия, обеспечивающего обеззараживание путем возбуждения в квазистационарном резонаторе электрического поля высокой напряженности.

Технической задачей изобретения является сохранение биологической ценности молока за счет снижения его бактериальной обсемененности.

Технический результат достигается тем, что микроволновый пастеризатор молока содержит соединенные секции сдвоенных квазистационарных тороидальных резонаторов, состыкованных основаниями,

при этом каждый резонатор представлен в виде тора прямоугольного сечения и конденсаторной частью, образованной параллельно расположенными основанием резонатора и малым основанием, с предусмотренными в них отверстиями, диаметром менее четверти длины волны, расположенными равномерно по окружностям так, что расстояние между отверстиями более четверти длины волны,

причем через эти отверстия в конденсаторных частях резонаторов всех секций, проложены радиопрозрачные молокопроводы, сечением менее двух глубин проникновения волны,

при этом на боковые поверхности каждого резонатора по периметру оснований со сдвигом на 120 градусов установлены волноводы с магнетронами воздушного охлаждения, излучатели которых направлены в конденсаторные части через соответствующие керамические цилиндрические зеркала, расположенные соосно на внутренних поверхностях резонаторов,

причем в открытых пространствах крайних резонаторов размещены замедляющие неферромагнитные спиральные устройства, выполненные в виде неферромагнитных цилиндров без оснований, с соосно расположенными неферромагнитными спиралями с постоянным шагом, менее четверти длины волны, через которых проложены радиопрозрачные молокопроводы.

Преимущества разработанной установки:

- сохранение вкусовых и потребительских качеств пастеризованного молока;
- подавление размножения бактериальной микрофлоры;
- снижение удельных энергетических затрат на пастеризацию молока;
- 5 - частичная гомогенизация за счет молекулярного трения при транспортировке через радиопрозрачные молокопроводы.

Сущность предлагаемого изобретения поясняется чертежами, на которых представлено:

- пространственное изображение микроволнового пастеризатора молока, общий вид (фиг. 1);
- 10 - пространственное изображение микроволнового пастеризатора молока, общий вид в разрезе, с позициями (фиг. 2);
- пространственное изображение микроволнового пастеризатора молока, в разрезе пополам (фиг. 3);
- 15 - пространственное изображение микроволнового пастеризатора молока, в разрезе под углом 45 градусов (фиг. 4);
- пространственное изображение квазистационарного тороидального резонатора (фиг. 5);
- пространственное изображение керамического цилиндрического зеркала (фиг. 6);
- 20 - пространственное изображение замедляющего неферромагнитного спирального элемента (фиг. 7);

Микроволновый пастеризатор молока содержит (фиг. 1-5):

- неферромагнитные квазистационарные тороидальные резонаторы 1, 2, 3, 4, 5, 6 соответствующих секций;
- 25 - неферромагнитный цилиндр 7 без оснований в последнем резонаторе 6;
- неферромагнитную спираль 8 в последнем резонаторе;
- тороидальную часть 9 квазистационарного тороидального резонатора;
- конденсаторную часть 10 резонатора;
- основание 11 резонатора;
- 30 - малое основание 12 конденсаторной части 10 резонатора;
- отверстия 13 радиопрозрачного молокопровода;
- керамическое зеркало 14 в виде образующей цилиндра;
- неферромагнитный цилиндр 15 без оснований в первом резонаторе 1;
- неферромагнитную спираль 16 в первом резонаторе;
- 35 - радиопрозрачные молокопроводы 17;
- волноводы с магнетронами воздушного охлаждения 18.

Микроволновый пастеризатор молока содержит состыкованные между собой соединенные секции сдвоенных квазистационарных тороидальных резонаторов (1-6), состыкованных основаниями.

- 40 Каждый резонатор представлен в виде тора 9 прямоугольного сечения и конденсаторной частью 10, образованной параллельно расположенными основанием 11 резонатора и малым основанием 12, где в них предусмотрены отверстия 13, диаметром менее четверти длины волны, расположенные равномерно по окружностям так, что расстояние между отверстиями более четверти длины волны. Через эти отверстия в конденсаторных частях 10 резонаторов всех секций, проложены радиопрозрачные молокопроводы, 17 сечением менее двух глубин проникновения волны.

На боковые поверхности каждого резонатора по периметру оснований со сдвигом на 120 градусов установлены волноводы с магнетронами 18 воздушного охлаждения,

излучатели которых направлены в конденсаторные части через соответствующие керамические цилиндрические зеркала 14, расположенные соосно на внутренних поверхностях резонаторов.

В первом 1 и последнем 6 резонаторах в их открытые пространства, впереди малых оснований конденсаторных частей, размещены замедляющие неферромагнитные спиральные устройства. Каждое устройство выполнено в виде неферромагнитного цилиндра 15 с соосно расположенной неферромагнитной спиралью 16 с постоянным шагом, менее четверти длины волны, и диаметром спирали, менее, чем диаметр цилиндра через которой проложены радиопрозрачные молокопроводы 17.

Прогресс пастеризации молока в микроволновом пастеризаторе происходит следующим образом.

Единая технологическая линия мгновенной пастеризации молока содержит спереди первой секции резонаторов уравнивательный бак с молочным насосом и коллекторной группой регулировочных вентилей для распределения молока по трубам, а за последней секцией резонаторов расположен другой уравнивательный бак с насосом для перекачивания в пластинчатый охладитель молока.

В микроволновый пастеризатор молоко подают с помощью насоса с уравнительного бака. Для этого включить насосы впереди и сзади микроволнового пастеризатора, тогда молоко по радиопрозрачным молокопроводам 17 протекает через замедляющее неферромагнитное спиральное устройство (15, 16). Благодаря этому устройству интенсивность электрического поля, образованного за счет электромагнитного излучения из резонатора через отверстия, предназначенные для прокладки радиопрозрачных молокопроводов, резко падает с удалением от поверхности спирали, поэтому напряженность электрического поля незначительная. Это устройство работает как заградительный волновод, несмотря то, что его размеры соизмеримы (диаметр и высота неферромагнитного цилиндра 15).

В проектируемом многосекционном микроволновом пастеризаторе обеспечивается электромагнитная безопасность при непрерывном режиме перекачивания молока в радиопрозрачном молокопроводе 17 через квазистационарные тороидальные резонаторы (1-6), где в основаниях предусмотрены отверстия 13 менее, чем четверть длины волны. Этому способствует неферромагнитная спираль 16 с постоянным шагом, менее четверти длины волны. Малый поток мощности электромагнитных излучений из отверстий 13 гасится за счет особой конструкции замедляющего неферромагнитного спирального устройства (15, 16).

Если молоко есть в радиоволновых трубопроводах 17, следует включить все сверхвысокочастотные генераторы 18 на определенную мощность.

При перекачивании через квазистационарные тороидальные резонаторы молоко подвергается воздействию электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), нагревается, а между секциями нагрев отсутствует, т.е. пауза, происходит выравнивание температуры по диаметру молокопровода, так как в зависимости от жирности молока глубина проникновения волны разная. Многократное воздействие электрического поля высокой напряженности через паузу обеспечивает щадящий режим нагрева молока до температуры не более 76-78°C. При этом рекомендуется соблюдать скважность технологического процесса менее 0,5, т.е. продолжительность воздействия ЭМП СВЧ меньше, чем продолжительность паузы. Это позволит сохранить основные свойства молока (консистенция, вкус, запах). В конденсаторной части квазистационарного тороидального резонатора обеспечивается высокая напряженность электрического поля (1,5-2 кВ/см), достаточная для обеззараживания молока.

Пастеризованное молоко накапливается в уравнительном баке, откуда насосом перекачивают в пластинчатый охладитель молока, например ОМ-1.

Количество генераторов и их мощность влияют на производительность пастеризатора, при этом мощность и производительность насосов должны быть согласованы с удельной мощностью генераторов. С помощью коллекторной группы регулировочных вентилей можно изменить расход молока через трубы и количество труб, через которые перекачивается молоко, следовательно, можно регулировать удельную мощность генератора, как отношение мощности генератора к объему молока в резонаторе.

Источники информации:

1. Пастеризация молока. Способы пастеризации. Электронный ресурс. Режим доступа: promplace.ru> Статьи> Пастеризация молока. Дата обращения 06.09.2022.

2. Технология и техника переработки молока. С.А. Бредихин. Книги и учебники. Электронный ресурс. Режим доступа: obuchalka.org>>. Дата обращения 07.09.2022.

3. Патент №2432764 РФ, МПК A23C 3/07. Установка для тепловой обработки жидкости / Кириллов Н.К., Новикова Г.В., Кириллов Н.К. Пономарев А.Н.; заявитель и патентообладатель ЧГСХА (RU). - №2010101205/13 (001600); заявл. 15.01.2010. Бюл. №28 от 10.11.2011. - 12 с.

4. Патент №2708989 РФ, МПК A23 L3/01. Микроволновая установка для пастеризации мажистного молока / Новикова Г.В., Тараканов Д.А., Шамин Е.А., Михайлова О.В., Белова М.В., Крайнов Ю.Е.; заявитель и патентообладатель НГИЭУ (RU). - №2018139246; заявл. 08.10.2018. Бюл. №35 от 12.12.19. - 13 с.

5. Стрекалов А.В., Стрекалов Ю.А. Электромагнитные поля и волны - М.: РИОР: ИНФРА-М, 2014. - 373 с.

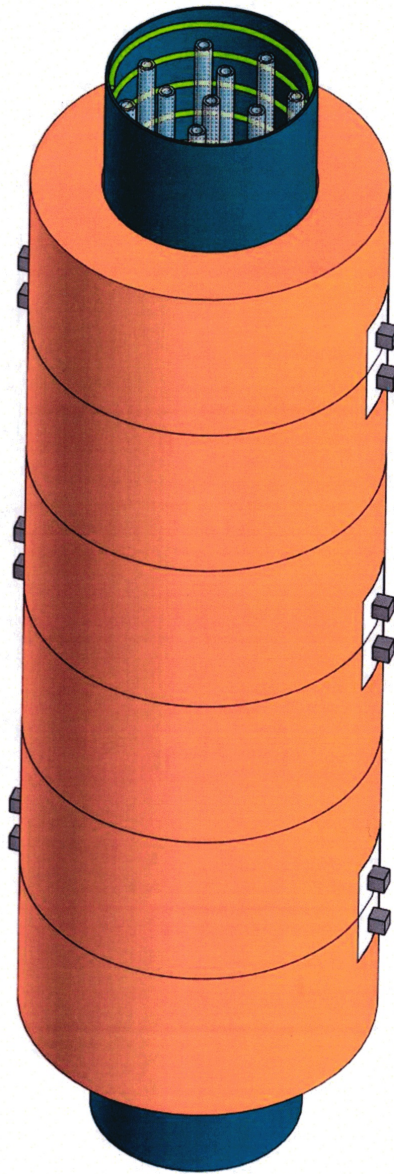
6. Пчельников Ю.Н., Свиридов В.Т. Электроника сверхвысоких частот.- М.: Радио и связь, 1981. - 96 с.

7. Баскаков С.И. Электродинамика и распространения волн. - М.: Энергоиздат, 1992. - 208 с.

(57) Формула изобретения

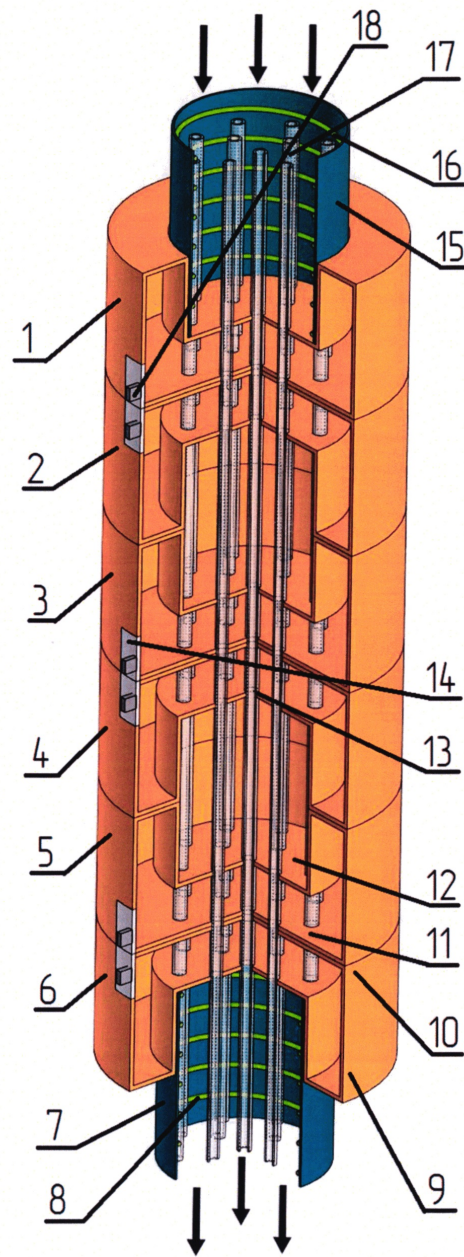
Микроволновый пастеризатор молока, содержащий соединенные секции сдвоенных квазистационарных тороидальных резонаторов, состыкованных основаниями, при этом каждый резонатор представлен в виде тора прямоугольного сечения и конденсаторной частью, образованной параллельно расположенными основанием резонатора и малым основанием, с предусмотренными в них отверстиями диаметром менее четверти длины волны, расположенными равномерно по окружностям так, что расстояние между отверстиями более четверти длины волны, причем через эти отверстия в конденсаторных частях резонаторов всех секций проложены радиопрозрачные молокопроводы сечением менее двух глубин проникновения волны, при этом на боковые поверхности каждого резонатора по периметру оснований со сдвигом на 120 градусов установлены волноводы с магнетронами воздушного охлаждения, излучатели которых направлены в конденсаторные части через соответствующие керамические цилиндрические зеркала, расположенные соосно на внутренних поверхностях резонаторов, причем в открытых пространствах крайних резонаторов размещены замедляющие неферромагнитные спиральные устройства, выполненные в виде неферромагнитных цилиндров без оснований, с соосно расположенными неферромагнитными спиралями с постоянным шагом менее четверти длины волны, через которые проложены радиопрозрачные молокопроводы.

1

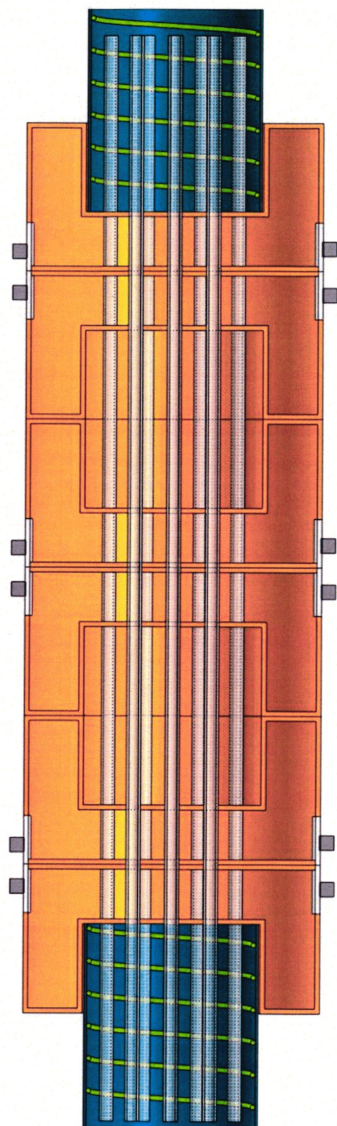


Фиг. 1

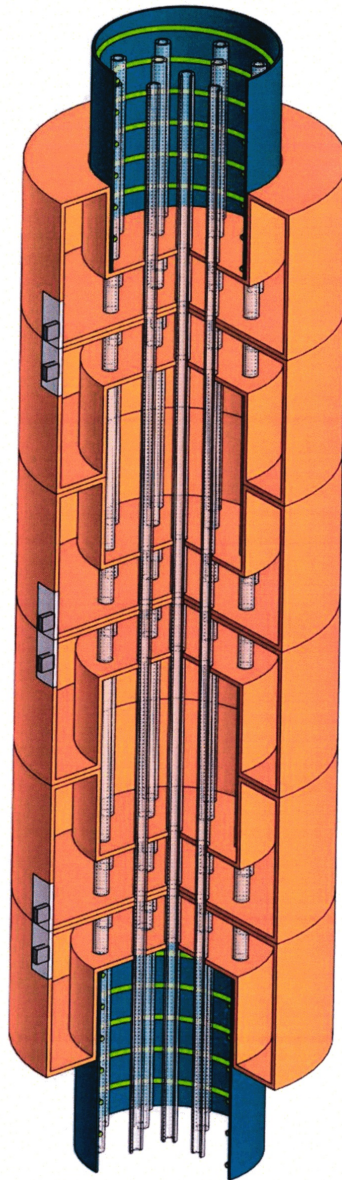
2



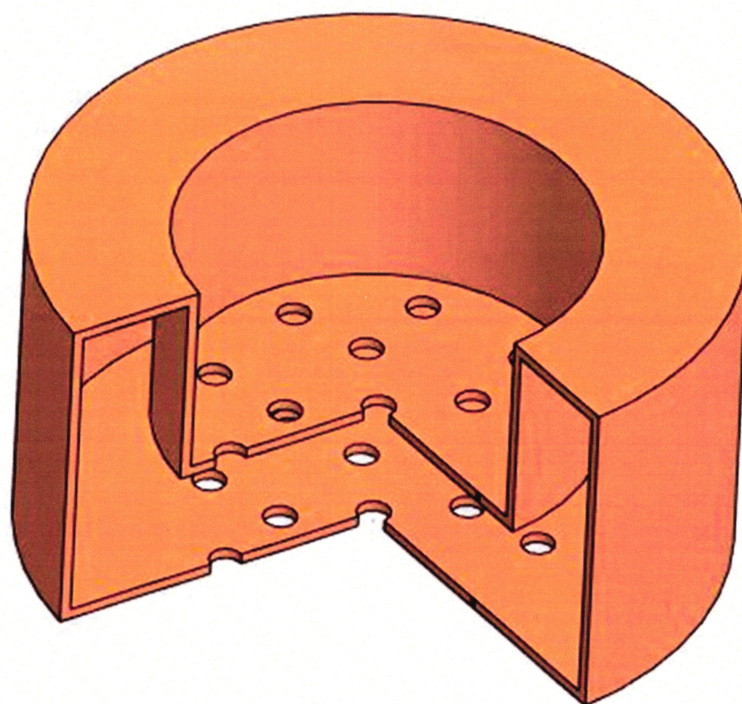
Фиг. 2



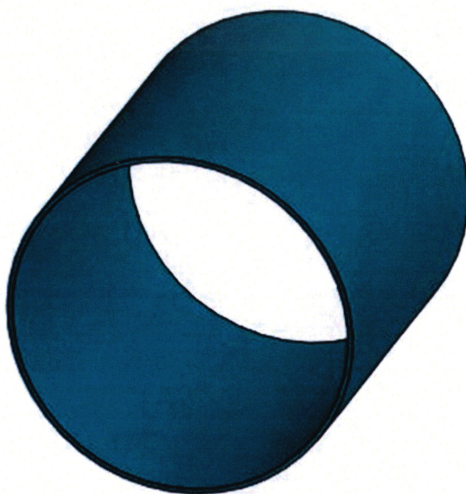
Фиг. 3



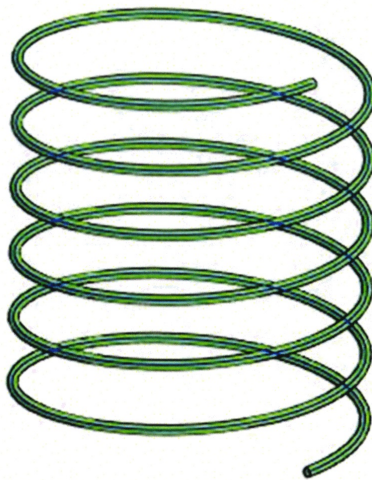
Фиг.4



Фиг.5



Фиг. 6



Фиг. 7