

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **9744**

(13) **С1**

(46) **2007.10.30**

(51) МПК (2006)

**A 47J 37/12**

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАГРЕВА РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА  
ДЛЯ ОБЖАРИВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

(21) Номер заявки: а 20041049

(22) 2004.11.16

(43) 2006.06.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Зелёный Петр Васильевич; Жданович Чеслав Иосифович; Акулов Валерий Андреевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) Дикис М.Я. и др. Технологическое оборудование консервных заводов. - М.: Пищепромиздат, 1961. - С. 311-312.

RU 2168925 С1, 2001.

SU 114326, 1958.

SU 1311698 А1, 1987.

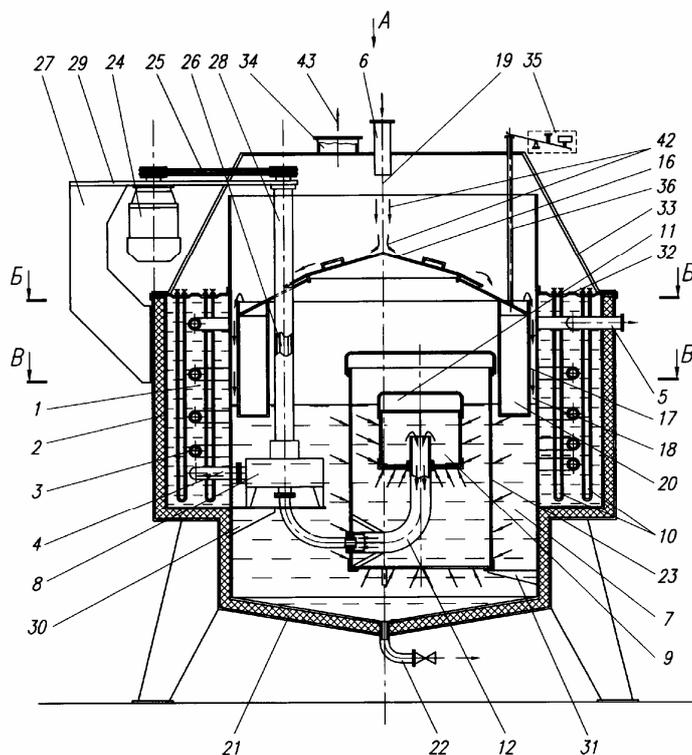
SU 1172528 А, 1985.

RU 2233109 С2, 2004.

US 3695171, 1972.

(57)

1. Устройство для нагрева растительного масла, включающее рекуперативный теплообменник, содержащий полость для теплоносителя и расположенный внутри нее канал для перемещения нагреваемого растительного масла через теплоноситель, причем вход и



Фиг. 1

**ВУ 9744 С1 2007.10.30**

## ВУ 9744 С1 2007.10.30

выход канала для перемещения нагреваемого растительного масла сообщены соответственно с выходом и входом обжарочной ванны, **отличающееся** тем, что канал для перемещения нагреваемого растительного масла выполнен в форме винтовой спирали: цилиндрической, с увеличивающимся снизу вверх переменным шагом, или конической, с увеличивающимся в одном направлении углом подъема винтовой линии, или имеет место то и другое одновременно; при этом вход канала для перемещения нагреваемого растительного масла расположен внизу полости для теплоносителя и сообщен с выходом обжарочной ванны через расположенную в этой же полости соосно ей полость для сброса, отстаивания и забора растительного масла, в которой расположены нагнетающий насос и заборный фильтр, а выход канала для перемещения растительного масла расположен вверху полости для теплоносителя рекуперативного теплообменника, при этом в качестве теплоносителя используется минеральное масло.

2. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что полость для сброса, отстаивания и забора растительного масла имеет цилиндрическую форму, а канал для перемещения растительного масла, выполненный в форме винтовой спирали, расположен вокруг нее, причем полость для теплоносителя снабжена электрическими нагревательными элементами, равномерно размещенными по обе стороны витков спирали.

3. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что заборный фильтр установлен в полости для сброса, отстаивания и забора растительного масла с возможностью свободного перемещения по высоте и снабжен поплавком, прикрепленным к его верхней части и свободно расположенным на поверхности растительного масла.

4. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что снабжено поплавковым распределительным устройством растительного масла в форме зонтика с цилиндрической юбкой внизу, свободно расположенным над заборным фильтром на поверхности растительного масла с образованием по периметру юбки зазора между ее внешней поверхностью и внутренней поверхностью полости для сброса, отстаивания и забора растительного масла, причем выход обжарочной ванны расположен над поплавковым распределительным устройством, а нижняя часть полости для сброса, отстаивания и забора растительного масла расположена за пределами полости для теплоносителя, имеет коническое днище и снабжена расположенным в центре запираемым выгрузочным каналом.

5. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что выполненный в форме винтовой спирали канал для перемещения нагреваемого растительного масла снабжен механизмом для его растяжения-сжатия вдоль геометрической оси винтовой спирали.

---

Изобретение относится к пищевой промышленности и касается нагрева растительных масел для термической обработки пищевых продуктов обжариванием.

Известно устройство нагрева растительного масла для обжаривания пищевых продуктов, основным элементом которого является продольная обжарочная ванна, наполняемая растительным маслом, с поперек расположенным ниже уровня масла рядом труб. Трубы герметично вмонтированы в стенки ванны и нагреваются изнутри газопламенными горелками, являясь, таким образом, нагревательными элементами, осуществляющими нагрев растительного масла своей внешней поверхностью [1].

Основной недостаток такого нагрева растительного масла обусловлен отсутствием промежуточного теплоносителя. При непосредственном нагреве сложно поддерживать нагревательными элементами стабильный температурный режим из-за их прямого нагрева открытым пламенем, что чревато неизбежным перегревом растительного масла на поверхностях трубчатых нагревательных элементов. При перегреве масло пригорает на поверхности источника нагрева, так как при отсутствии теплоносителя температура на ней значительно превышает температуру, до которой требуется нагревать растительное масло, - температуру обжаривания. Температура обжаривания, в крайнем случае, например при

## ВУ 9744 С1 2007.10.30

производстве картофельных чипсов, может достигать 200 °С. При обжаривании же других продуктов она меньше (овощей и рыбы - до 160 °С). При нагреве масла до этих температур непосредственно, без использования теплоносителя, на поверхности теплообмена температура составляет 300 °С и более. Такую температуру ни одно из растительных масел не выдерживает, разлагается. Продукты разложения частично налипают на поверхность нагрева, ухудшая теплообмен, а частично загрязняют масло и проникают в обжариваемый продукт, ухудшают его вкусовые качества, привносятся канцерогены.

Кроме того, такое устройство представляет определенную опасность. При оголении нагревательных труб, разогретых изнутри до температуры 230...240 °С и выше, возможна вспышка паров масла (температура вспышки растительных масел составляет приблизительно 250 °С). Оголение возможно по недосмотру и несвоевременного пополнения ванны, так как часть растительного масла постоянно уносится обжаренным продуктом.

Известно и другое аналогичное устройство с нагревом растительного масла прямо в обжарочной ванне [2], вдоль днища которой установлены электрические нагревательные элементы (тэны). Обжариваемый продукт погружается в ванну с одной стороны посредством окунутого в масло средней частью ленточного транспортера, и им же выгружается с другой стороны. Участвующее в обжаривании, разогреваемое тэнами растительное масло находится в движении, для чего с одной стороны по длине ванны в днище вмонтирован трубопровод, через который масло насосом отсасывается из ванны вместе с загрязняющими частицами (частичками оседающего продукта, комков муки, фузов и т.п.) и подвергается очистке. Обратное в ванну эта очищенная часть масла возвращается уже сверху. Отсос масла обеспечивает движение его в ванне и относительно поверхностей тэнов, благодаря поверхностному контакту с которыми оно нагревается. Не застаиваясь, масло, конечно, меньше пригорает.

Недостатком такого устройства для нагрева растительного масла является также малая стабильность поддержания требуемого температурного режима из-за непосредственно контакта масла с источниками тепла (без использования промежуточного теплоносителя). Масло неизбежно пригорает при нагреве его до температуры обжаривания (120-200 °С) на поверхностях источников тепла (тэнов) в процессе непосредственного теплообмена на них, так как температура на поверхностях теплообмена значительно превышает указанную температуру, до которой требуется нагревать растительное масло - температуру обжарки, составляя более 300 °С. Малоинтенсивный его поток, а по другому он невозможен в открытой емкости (в обжарочной ванне), существенно ослабить этот недостаток не в состоянии, тем более, что он создается не путем нагнетания, а отсасывания.

Более совершенное, использующее промежуточный теплоноситель устройство нагрева растительного масла [3, с. 311-312] представляет собой два коллектора, соединенных между собой рядами бесшовных труб для пропускания водяного пара под давлением не менее 8-12 атм., погружаемых непосредственно в ванну с растительным маслом, причем для увеличения поверхности теплообмена трубы имеют овальное сечение. Используемый в качестве теплоносителя, постоянно перемещаемый по трубам водяной пар, находящийся под высоким давлением, герметично заперт в трубах для предотвращения непосредственного контактирования пара с растительным маслом. Количество водяного пара, участвующее в теплообмене в каждый момент времени, меньше количества нагреваемого растительного масла, используемого для обжарки, поэтому важно обеспечивать его постоянное перемещение по трубам для доставки необходимого количества тепла.

Недостатком этого известного устройства является то, что для нагрева растительного масла до температуры обжаривания пищевых продуктов (140-200 °С), температура на поверхности теплообмена должна значительно превышать температуру обжаривания, составляя 300 °С, так как водяной пар обладает малой теплоемкостью, и в единицу времени в теплообмене участвует его малое количество, во много раз меньше чем количество окружающего трубы нагреваемого растительного масла. В результате поверхностного пере-

# ВУ 9744 С1 2007.10.30

грева неподвижных у труб слоев растительного масла имеет место постоянное его температурное разложение и образование нагара на поверхностях теплообмена (на трубах), чреватое ухудшением качества готового обжаренного продукта, появлением в нем канцерогенов.

Кроме того, недостатком последнего устройства является его высокая энергоемкость на единицу обжариваемого продукта, обусловленная тем, что нагрев теплоносителя является вынесенным, и требуется специальное котельное оборудование для получения перегретого водяного пара и паровые коммуникации высокого давления для подвода пара к теплообменнику. К существенным недостаткам известного устройства следует отнести также его повышенную опасность, связанную с высоким давлением и температурой теплоносителя. Такие находящиеся под высоким давлением устройства ввиду постоянной опасности в эксплуатации числятся на учете в специальных надзирающих государственных организациях (Проматомнадзоре) и вынуждены регулярно проходить проверку. Кроме того, прорыв пара в ванну с растительным маслом неизбежно приведет к его загрязнению примесями технической воды и порче, наряду с той очевидной опасностью для обслуживающего персонала, которая этим чревата. Еще одним недостатком известного устройства является трудность обеспечения нагрева растительного масла до температуры 200 °С, так как для этого необходим перегретый пар под давлением 15-20 атм. В отечественной пищевой промышленности установки, обеспечивающие такое давление пара, не используются в силу ряда причин. В тоже время температура растительного масла в 200 °С необходима для приготовления столь распространенного в последнее время продукта, как картофельные чипсы

Известно, наконец, устройство нагрева растительного масла для обжаривания пищевых продуктов [3, с.324-328], наиболее близкое предлагаемому, в котором растительное масло разогревают до температуры обжаривания того или иного пищевого продукта путем теплообмена в процессе перемещения растительного масла через теплоноситель, температура которого в зоне теплообмена превышает температуру обжаривания, при этом масло и теплоноситель размещают в разных полостях во избежание их контактирования и смешивания, а теплообмен осуществляют через разделяющие их стенки. В качестве теплоносителя в известном способе используют водяной пар под давлением 7-10 атм. Известное устройство содержит рекуперативный теплообменник, состоящий из полости для теплоносителя (водяного пара) и расположенных внутри нее каналов для перемещения нагреваемого растительного масла через теплоноситель, вход и выход которых сообщены с обжарочной ванной.

Недостатком такого нагрева масла для обжаривания пищевых продуктов также является необходимость в высокой температуре поверхности теплообмена, хотя она, благодаря большому количеству теплоносителя, окружающего нагреваемое масло, и несколько ниже, чем у предыдущего способа нагрева, что влечет все те же последствия по причине перегрева контактирующего с поверхностью теплообмена слоя растительного масла до температуры 300 °С, которую оно просто не выдерживает. Основной причиной перегрева является, как и у предыдущего аналога, низкая теплоемкость водяного пара, а также малая скорость перемещения растительного масла относительно поверхности нагрева, осуществляемая естественным путем - только за счет разности плотностей масла при разных температурах. Из-за низкой теплоемкости водяного пара сложно поддерживать температурный режим стабильным на приемлемом уровне. Это тоже является одной из причин подачи водяного пара в теплообменник с высокой температурой (с запасом). Еще одной причиной перегрева растительного масла является постоянная скорость его перемещения через толщу теплоносителя, хотя, как известно, температура теплоносителя непостоянна по высоте, повышаясь снизу вверх. В верхней зоне и возможен перегрев и разложение растительного масла. Таким образом, масло в результате температурного разложения пригорает, ухудшает вкусовые качества обжариваемого продукта, несет известную опасность здоровью.

## ВУ 9744 С1 2007.10.30

Кроме того, и это устройство чрезмерно энергоемко для обжаривания единицы продукта, и обусловлено это тем, что нагрев теплоносителя является вынесенным и требуется специальное котельное оборудование для получения перегретого водяного пара. Оно также опасно в эксплуатации по указанным выше причинам и вынуждено находиться под регулярным надзором для получения разрешения на эксплуатацию на очередной ограниченный срок (не больше года). Кроме того, в случае прорыва находящегося под давлением 7-10 атм. пара в трубы с растительным маслом, давление в которых практически равно атмосферному, масло будет испорчено, так как загрязнится примесями, содержащимися в используемой для получения пара технической воде. Но большую опасность представляет скрытое, не выявленное своевременно загрязнение этими примесями растительного масла, поскольку чревато скрытым нарушением санитарных норм на сам обжариваемый продукт. То, что скрытое загрязнение растительного масла не исключено, связано с конструктивными особенностями теплообменника. Он является вынесенным, представляя собой герметичную цилиндрическую камеру, разделенную на три полости двумя поперечными перегородками, расположенными вблизи торцов камеры. Торцевые полости сообщены между собой массой ввальцованных в перегородки своими концами труб и сообщены с обжарочной ванной. Герметично отделенная от них средняя полость камеры теплообменника снабжена трубками для подачи водяного пара под давлением. Таким образом, теплообмен происходит на внутренних поверхностях указных трубок, а наружные воспринимают давление и температуру пара, и если там внутри произойдет прорыв пара, и он будет "потихоньку" поступать в масло, что заметить практически невозможно. Это существенный недостаток такого теплообмена. Еще один недостаток - это сложность обеспечения качественного нагрева растительного масла до предельно высоких температур (до 200 °С и более) вследствие его неизбежного перегрева и появления продуктов температурного разложения. Для качественного приготовления пищевых продуктов, по технологии предусматривающего их обжаривание при температурах, близких к предельным для растительных масел (при приготовлении картофельных чипсов, например), требуется и качественный нагрев растительного масла.

Задачей, решаемой данным техническим предложением, является повышение качества растительного масла при нагреве до предельно допустимых температур, особенно в случае его загрязнения частичками обжариваемого продукта.

Указанная задача решается тем, что в устройстве для нагрева растительного масла, включающем рекуперативный теплообменник, содержащий полость для теплоносителя и расположенный внутри нее канал для перемещения нагреваемого растительного масла через теплоноситель, причем вход и выход канала для перемещения нагреваемого растительного масла сообщены соответственно с выходом и входом обжарочной ванны, канал для перемещения нагреваемого растительного масла выполнен в форме винтовой спирали: цилиндрической, с увеличивающимся снизу вверх переменным шагом, или конической, с увеличивающимся в одном направлении углом подъема винтовой линии, или имеет место то и другое одновременно; при этом вход канала для перемещения нагреваемого растительного масла расположен внизу полости для теплоносителя и сообщен с выходом обжарочной ванны через расположенную в этой же полости соосно ей полость для сброса, отстаивания и забора растительного масла, в которой расположены нагнетающий насос и заборный фильтр, а выход канала для перемещения растительного масла расположен вверху полости для теплоносителя рекуперативного теплообменника, при этом в качестве теплоносителя используется минеральное масло.

Полость для сброса, отстаивания и забора растительного масла имеет цилиндрическую форму, а канал для перемещения растительного масла, выполненный в форме винтовой спирали, расположен вокруг нее, причем полость для теплоносителя снабжена электрическими нагревательными элементами, равномерно размещенными по обе стороны витков спирали.

## ВУ 9744 С1 2007.10.30

Заборный фильтр установлен в полости для сброса, отстаивания и забора растительного масла с возможностью свободного перемещения по высоте и снабжен поплавком, прикрепленным к его верхней части и свободно расположенным на поверхности растительного масла.

Устройство снабжено поплавковым распределительным устройством растительного масла в форме зонтика с цилиндрической юбкой внизу, свободно расположенным над заборным фильтром на поверхности растительного масла с образованием по периметру юбки зазора между ее внешней поверхностью и внутренней поверхностью полости для сброса, отстаивания и забора растительного масла, причем выход обжарочной ванны расположен над поплавковым распределительным устройством, а нижняя часть полости для сброса, отстаивания и забора растительного масла расположена за пределами полости для теплоносителя, имеет коническое днище и снабжена расположенным в центре запираемым выгрузочным каналом.

Выполненный в форме винтовой спирали канал для перемещения нагреваемого растительного масла снабжен механизмом для его растяжения-сжатия вдоль геометрической оси винтовой спирали.

Перечисленная совокупность существенных признаков позволяет получить следующий технический результат.

При перемещении растительного масла через канал в форме винтовой спирали, имеющей переменный шаг, увеличивающийся снизу вверх, или имеющую коническую форму, угол подъема винтовой линии, а следовательно, и подъема масла по каналу также увеличивается снизу вверх. Это обеспечивает увеличение вертикальной составляющей суммарной скорости перемещения масла по каналу в толще теплоносителя. В результате масло не будет подвергаться перегреву в верхних слоях теплоносителя, температура которого повышается по толщине снизу вверх в силу физического эффекта, обусловленного расположением менее нагретых слоев теплоносителя, как более плотных, внизу, а более нагретых, которые, естественно, имеют меньшую плотность, сверху. В целом, благодаря возрастанию скорости перемещения масла по высоте прямо пропорционально распределению температуры минерального масла между его нижними и вышележащими слоями, как теплоносителя, обеспечивается более эффективный, менее энергоемкий и качественный нагрев растительного масла перед поступлением его в обжарочную ванну. При этом как само масло не перегревается и не разлагается на поверхности теплообмена, так и не пригорают частички пищевого продукта, неизменно присутствующего в растительном масле, так как только небольшая его часть уносится обжаренным продуктом, а основная возвращается для повторного нагрева, и так повторяется многократно. Образование нагара на поверхности теплообмена (винтовом канале) этим сводится к минимуму, а масло не загрязняется канцерогенами, остается качественным при многократном нагреве, пригодным для безопасного использования, соответствующего санитарным нормам. Это важно в особенности при нагреве растительного масла до предельных по технологии приготовления некоторых пищевых продуктов температур (до 200 °С для картофельных чипсов, например), предельных с точки зрения его температурного разложения. Этому способствуют также другие технические эффекты, обеспечиваемые предлагаемым устройством. Так, забор масла из емкости, в которую оно сбрасывается после печи и где отстаивается, осуществляется с верхних, наиболее чистых от загрязнений продуктом слоев. Кроме того, сброс в эту емкость масла из печи осуществляется таким образом, чтобы оно не перемешивалось и имело возможность отстаиваться. Для этого предложено специальное плавающее на поверхности масла распределительное устройство в форме зонтика. Благодаря ему масло из печи попадает на стенки указанной емкости для и загрязнения налипают на нее, сползая в нижнюю часть емкости, и далее через в выгрузочный канал удаляются. В результате они меньше попадают обратно в печь. Этому способствуют также несколько фильтров. Забор масла именно с верхних чистых слоев обеспечивается выполнением заборного фильтра

# ВУ 9744 С1 2007.10.30

плавающим. Кроме того, повышению качества нагреваемого растительного масла способствует исключение возможного его загрязнения теплоносителем, так как в отличие от прототипа растительное масло находится под большим давлением чем минеральное - теплоноситель.

Все указанное вместе направлено на выполнение единой задачи повышения качества растительного масла при нагреве до предельно допустимых по технологии обжаривания некоторых продуктов температур, особенно при многократном использовании масла в процессе обжаривания.

Устройство для качественного нагрева растительного масла проиллюстрировано: на фиг. 1 - общий вид устройства в продольном разрезе; на фиг. 2 - вид сверху; на фиг. 3 - поперечный разрез, обозначенный на фиг. 1; на фиг. 4 - фрагмент устройства в варианте с плавающим заборным фильтром; на фиг. 5 - канал в форме конической спирали для перемещения растительного масла через теплоноситель; на фиг. 6 - канал в форме цилиндрической спирали с переменным шагом и устройством для его растяжения-сжатия вдоль геометрической оси.

Устройство для нагрева растительного масла представляет собой рекуперативный теплообменник (фиг. 1) и состоит из полости 1 для теплоносителя, образованной теплоизолированными стенками корпуса 2, цилиндрической формы. Внутри полости 1 расположен канал 3 для перемещения нагреваемого растительного масла через теплоноситель, выполненный, в частности, в форме вертикально расположенной винтовой цилиндрической спирали с переменным шагом, увеличивающимся снизу вверх. Вход 4 и выход 5 канала сообщены соответственно с выходом и входом обжарочной ванны (не изображена). Вход 4 в канал 3 расположен внизу полости 1 для теплоносителя. Он сообщен с выходом 6 обжарочной ванны, подведенным к теплообменнику сверху. Сообщение осуществлено через полость 7 в форме цилиндрической емкости, расположенной в полости 1 соосно и служащей для сброса, отстаивания и забора растительного масла, а также через нагнетающий насос 8 и заборный фильтр 9, расположенный в полости 7. Выход 5 канала для перемещения растительного масла, сообщенный с входом в обжарочную ванну, расположен вверху полости 1 для теплоносителя.

Полость 7 для сброса, отстаивания и забора растительного масла имеет, как указывалось, цилиндрическую форму, а канал 3 для перемещения растительного масла, выполненный в форме винтовой спирали, расположен вокруг той ее части, которая находится в полости 1 для теплоносителя, причем полость для теплоносителя снабжена электрически нагревательными элементами 10 (тэнами), равномерно размещенными по обе стороны витков спирали.

Заборный фильтр 9 установлен в полости 7 для сброса, отстаивания и забора растительного масла в верхних слоях растительного масла, заполняющего эту полость. Поскольку уровень масла может меняться в процессе обжаривания из-за постоянного уноса части его обжаренным пищевым продуктом и необходимости периодического пополнения свежими порциями, заборный фильтр 9 снабжен поплавком 11 в верхней части и установлен с возможностью свободного плавающего перемещения по высоте. Он может просто свободно надеваться на всасывающую трубу 12 (фиг. 1), если уровень масла будет меняться незначительно, или с этой целью для значительного перемещения фильтра по высоте может использоваться телескопическое соединение труб (фиг. 4). Для этого на всасывающую трубу 13, выполненную с более длинным вертикальным входным участком, надевается свободно труба 14, несущая заборный фильтр 11. Подвижное уплотнение 15 этого телескопического соединения выполнено таким, чтобы не препятствовать перемещению фильтра при изменении уровня растительного масла в полости 7, то есть оно достаточно свободное (скользящее), и контактирующие поверхности могут иметь, например, тефлоновое покрытие.

Устройство снабжено также поплавковым распределительным устройством 16 растительного масла в форме зонтика с цилиндрической "юбкой" 17 внизу, свободно располо-

## ВУ 9744 С1 2007.10.30

женным над заборным фильтром на поверхности растительного масла с образованием по периметру "юбки" зазора 18 между ее внешней поверхностью и внутренней поверхностью полости 7 для сброса, отстаивания и забора растительного масла. При этом выход 6 обжарочной ванны, через который растительное масло возвращается (сбрасывается) в теплообменник для очередного нагрева, расположен над распределительным устройством 16 на его геометрической оси 19. Стенки цилиндрической "юбки" 17 выполнены двойными, образуя герметичную полость 20, которая и выполняет функцию поплавка распределительного устройства. Благодаря этому это устройство находится в плавающем положении на поверхности растительного масла, опускаясь и поднимаясь в зависимости от его уровня.

Нижняя часть полости 7 для сброса, отстаивания и забора растительного масла расположена за пределами полости 1 для теплоносителя, имеет коническое днище 21 и снабжена запираемым выгрузочным каналом 22, расположенным в его центре.

Устройство содержит также фильтр 23 грубой очистки растительного масла, в котором помещен плавающий вышеупомянутый фильтр 9, выполняющий функцию тонкой очистки масла от примесей.

Привод нагнетающего насоса 8 осуществлен от электродвигателя 24 через клиноременную передачу 25 и вертикальный вал 26. Электродвигатель снабжен системой плавной регулировки частоты вращения (не изображена). Для крепления электродвигателя на корпусе 2 теплообменника применен кронштейн 27. Приводной вал 26 смонтирован в трубе 28, герметизирующей его подшипниковые опоры (не изображены) от проникновения горячего растительного масла. Нижним концом труба закреплена на корпусе насоса 8, а верхним - на плите (пластине) 29.

Нагнетающий насос 8 - погружного типа. Он расположен в полости 7 ниже уровня масла в ней (непосредственно у входа в канал 3).

И насос 8, и фильтр грубой очистки 23 снабжены элементами крепления 30 и 31 к внутренней поверхности полости 7.

Полость 1 теплообменника, заполненная, например, минеральным маслом, закрыта крышкой 32, несущей электрические нагревательные элементы 10 (тэны). Сверху над ней находится защитный кожух 33, закрывающий все устройство сверху. В него вмонтированы патрубок 34 для отсоса отработанных газов и упомянутый выше выход 6 обжарочной ванны, также представляющий собой патрубок для подсоединения трубы.

Для своевременного пополнения емкости 7 растительным маслом уровень масла в ней постоянно контролируется по положению поплавкового распределительного устройства 16. Для этого имеется блок 35 управления уровнем масла, связанный с поплавковым распределительным устройством 16 тягой 36.

Для достижения эффекта прохождения нагреваемым растительным маслом вышележащих более нагретых слоев теплоносителя с большей скоростью по высоте, необходимо для решения поставленной задачи, можно пойти и другим путем - выполнить канал в форме конической винтовой спирали (фиг. 5). Спираль такой формы имеет увеличивающийся в одном направлении угол подъема винтовой линии - в направлении меньшего основания:  $\alpha_{\text{в}} > \alpha_{\text{н}}$ , где  $\alpha_{\text{в}}$  - угол подъема винтовой линии в вышерасположенной точке;  $\alpha_{\text{н}}$  - угол подъема винтовой линии в нижерасположенной точке. Увеличение угла подъема винтовой линии спирали должно быть пропорционально увеличению температуры теплоносителя по высоте. Это должно быть определено расчетным или опытным путем при проектировании и сборке теплообменника и выполнено конструктивно.

Для подстройки этих параметров в конкретных производственных условиях конструкция может содержать дополнительно механизм для растяжения-сжатия витков, например, в виде винтов для стягивания или ослабления каждого из витков (не показано) или же всех сразу (фиг. 6, поз. 37). В этом случае верхний конец канала в форме винтовой спирали, несущий выход 5, не должен быть закреплён, так как подвижен, а сообщение его с входом в обжарочную ванну (не показано) должно быть осуществлено посредством гибкого трубопровода 38.

## ВУ 9744 С1 2007.10.30

Таким образом, канал 3 (фиг. 1, 5 и 6) для перемещения нагреваемого растительного масла может быть выполнен в форме винтовой спирали или цилиндрической с переменным шагом, или конической, или имеет место то и другое одновременно, и содержать дополнительно механизм растяжения-сжатия сжатия всех витков или каждого из них для обеспечения изменения вертикальной составляющей скорости перемещения растительного масла по каналу при подъеме его по винтовой линии через толщу теплоносителя в строгом соответствии с характером изменения температуры теплоносителя по высоте - прямо пропорционально. Это обеспечит пребывание растительного масла в различных слоях теплоносителя по времени в зависимости, обратно пропорциональной изменению температуры теплоносителя по высоте для решения поставленной задачи.

На фиг. 4 изображены также различные уровни растительного масла: поз. 39 - номинальный уровень; поз. 40 и 41 - верхний и нижний допустимые уровни соответственно. Стрелками 42 изображены направления движения растительного масла от сброса его в полость 7 через выход 6 обжарочной печи (не изображена), через кольцевой зазор 18, фильтры грубой 23 и тонкой 9 очистки и во всасывающую трубу 13 нагнетающего насоса 8 (фиг. 4). Направление отсоса отработанных газов через патрубок 34 указано стрелкой 43.

Работает устройство следующим образом.

Полость 1 теплообменника заполняют минеральным маслом, обладающим большей температурной стойкостью, чем растительное, и поэтому может выполнять функцию теплоносителя. Растительным маслом для обжарки пищевого продукта заполняют обжарочную ванну (не изображена), канал 3 и полость 7, причем в таком количестве, чтобы в полости 7 установился определенный его уровень между нижним и верхним допустимыми (фиг. 4).

Электрическими нагревательными элементами 10 (тэнами) разогревают минеральное масло до необходимой температуры, превышающей температуру обжарки пищевого продукта. Эту температуру контролируют датчики автоматической системы включением-отключением тэнов (не показана). Одновременно насосом 8 растительное масло постоянно прокачивают по каналу 3, забирая его из полости 7. Из выхода 5 канала оно поступает в обжарочную ванну (не показана) и возвращается из нее через выход 6 обратно в полость 7. Циркулируя по каналу 3, растительное масло нагревается. Температуру нагрева контролируют непосредственно в обжарочной ванне.

Как только она достигнет уровня, достаточного по технологии обжаривания того или иного продукта, а для картофельных чипсов это около 200 °С, в печь загружают обжариваемый продукт и выдерживают его необходимое время. Это может осуществляться непрерывно посредством ленточного транспортера (не показан), рабочая часть транспортирующей ленты которого находится ниже уровня растительного масла в печи. В процессе обжарки растительное масло, естественно, стремится остыть, но этого не происходит, так как оно постоянно циркулирует и при возвращении в теплообменник нагревается, перемещаясь по каналу 3 в толще теплоносителя. Скорость перемещения растительного масла по каналу 3 регулируют электродвигателем 24 насоса, регулируя тем самым производительность насоса. Это позволяет регулировать время пребывания растительного масла в зоне теплообмена и, следовательно, оперативно регулировать температуру его нагрева. Электронагревательные элементы 10 также позволяют регулировать температуру нагрева растительного масла или за счет того, что часть из них можно периодически отключать или, наоборот, включать. Но это используют тогда, когда необходимо существенно изменить температуру обжаривания, например, в связи с приготовлением другого продукта.

Теплоноситель в полости 1 (например минеральное масло) имеет по высоте разную температуру нагрева. В силу этого физического эффекта более нагретые слои, как менее плотные, располагаются вверху, а менее нагретые - внизу. Чтобы эффективно нагреть перемещаемое через них растительное масло, необходимо, чтобы время пребывания его в разных слоях также было различным. В нижних слоях оно, поступая снизу, слабо нагрето

## ВУ 9744 С1 2007.10.30

и должно находиться дольше, а в верхних меньше, то есть эта зависимость должна быть обратно пропорциональной распределению температуры теплоносителя по высоте. Помимо того, что такой режим нагрева более эффективен с точки зрения энергозатрат, он позволит сохранить высокое качество растительного масла как пищевого продукта, не перегреть его, когда нагрев по технологии требуется обеспечивать предельно допустимым. Как указывалось, нагрев в 200 °С и несколько больше требуется при производстве картофельных чипсов, а 230 °С - это уже температура разложения растительного масла. Минеральное масло как теплоноситель нагрето намного больше, чтобы теплообмен был быстрым, в среднем до 300 °С. Поэтому если не регулировать время пребывания растительного масла в зависимости от распределения температуры минерального масла по высоте (глубине полости 1), то велика вероятность его перегреть, превысив 230 °С. Чем это чревато для качества разогретого растительного масла, подробно рассмотрено при критике аналогов, прототипа и постановке решаемой данным изобретением задачи.

В свете решаемой задачи обеспечения высокого качества сильно разогретых растительных масел предлагаемое устройство обеспечивает меньшее содержание в нем различных примесей, появление которых неизбежно в процессе обжарки. Это обеспечивается забором масла из полости 7 с верхних слоев, где оно чище, так как примеси при отстаивании масла опускаются вниз. Такой забор обеспечивается тем, что заборный фильтр 9 является плавающим на поверхности масла.

Кроме отстаивания, значительная часть примесей отделяется благодаря их налипанию на внутреннюю поверхность полости 7. Это обеспечивает поплавковое распределительное устройство 16 в форме зонтика с цилиндрической "юбкой" 17 внизу. Попадая на верхнюю часть этого устройства через выход 6 из обжарочной ванны, растительное масло растекается по зонтикообразной части к ее краям и попадает на внутреннюю поверхность полости 7 и продвигается по ней вниз через зазор между ней и внешней поверхностью "юбки" 17. Примеси при этом налипают в основном на внутреннюю поверхность полости 7 и сползают вниз полости на коническое днище 21, с которого периодически удаляются через запираемый канал 22. Внизу полости 7 отстаивается и та часть примесей, которая не налипла на стенки сразу, часть их задерживается фильтром 23 грубой очистки.

Важно, что нижняя часть полости 7, выполняющая функцию отстойника, находится за пределами полости нагрева 1 и поэтому температура в ней ниже, что не способствует всплытию сползших и осевших примесей.

Другими особенностями работы устройства являются следующие. Большая теплоемкость минерального масла как теплоносителя и его большое количество обеспечивают стабильный нагрев, колебания температуры обжарки при любых режимах загрузки пищевого продукта будут незначительными. Благодаря этим двум обстоятельствам, с другой стороны, относительно небольшое количество растительного масла не будет вести к резкому охлаждению минерального масла как теплоносителя. Следовательно, значительного для обеспечения стабильности нагрева превышения температуры минерального масла над температурой растительного не требуется. Оно может быть минимальным, какими бы колебаниями процесс обжаривания не сопровождался (колебаниями температуры и количества загружаемого в печь пищевого продукта, и пополняющих порций свежего растительного масла, перерывами в загрузке, колебаниями температуры окружающего воздуха в производственном помещении и др.). Это дополнительно оберегает растительное масло от перегрева и пригорания.

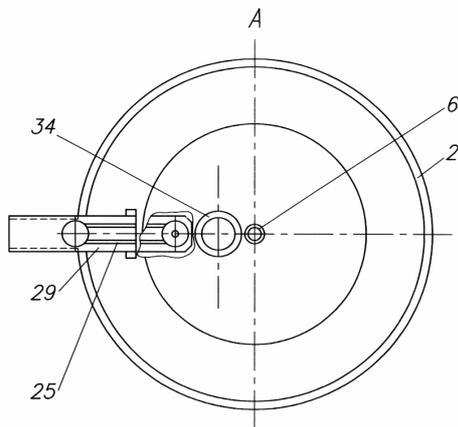
Благодаря тому, что свежее растительное масло, периодически пополняющее уносимую обжариваемым продуктом его часть, поступает вначале в полость 7, находящуюся в середине теплообменника, оно предварительно разогревается, прежде чем поступить в канал 3. Это необходимо для стабилизации режима теплообмена. Предварительный нагрев свежего масла обеспечивается, с одной стороны, благодаря смешительному теплообмену, так как оно попадает в уже нагретое масло. В полость 7 свежее масло поступает через вы-

ход 6 обжарочной ванны (подключенный к выходу 6 загрузочный канал не изображен). Процесс периодической своевременной загрузки свежего растительного масла может быть автоматизирован, если управление загрузкой организовать от блока 35 управления уровнем масла.

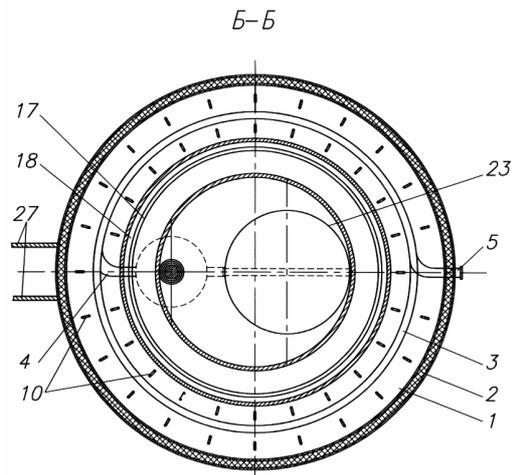
Достоинством описанной конструкции является также то, что, будучи нагнетаемым в канал 3, растительное масло находится под некоторым давлением, превышающим атмосферное, в то время как окружающее его минеральное масло находится под меньшим давлением, равным атмосферному, так как полость 1 закрыта сверху негерметично. Это исключает загрязнение растительного масла и, следовательно, обжариваемого продукта минеральным маслом при скрытых, своевременно не выявленных нарушениях герметичности канала 3.

Источники информации:

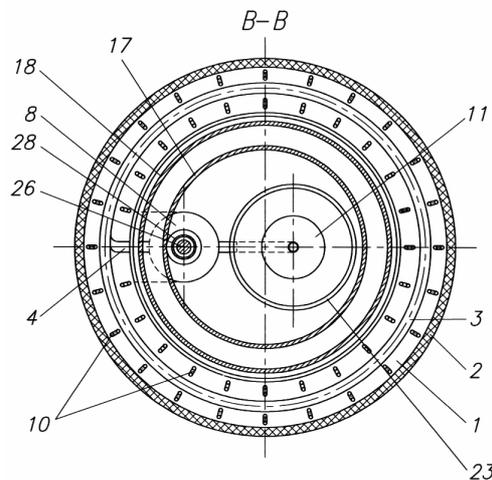
1. Патент УК 2 235 128 А, МПК А 47J 37/12, 1991.
2. Патент Франции 2 661 086 - А1, МПК А 47J 37/12, 1990.
3. Дикис М.Я., Мальский А.Н. Технологическое оборудование консервных заводов. - М.: Пищепромиздат, 1961. - С. 311-312; 324-328 (прототип).



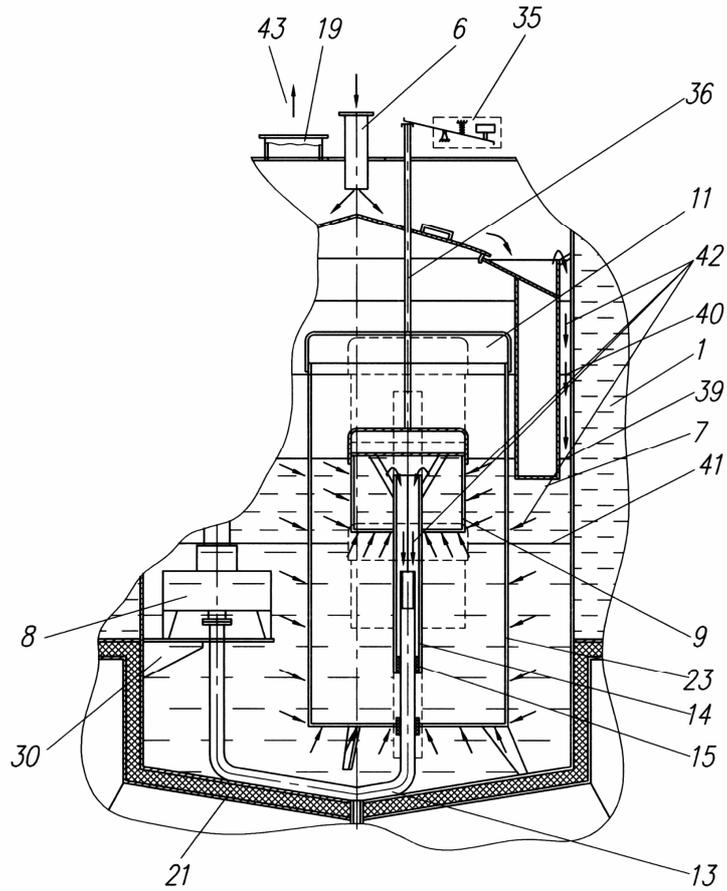
Фиг. 2



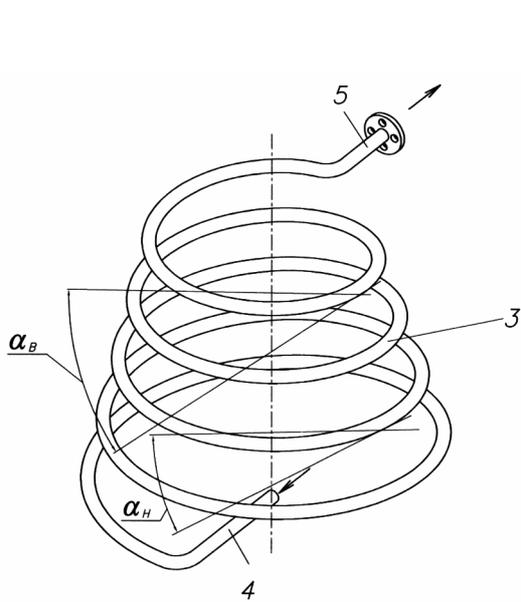
Фиг. 3



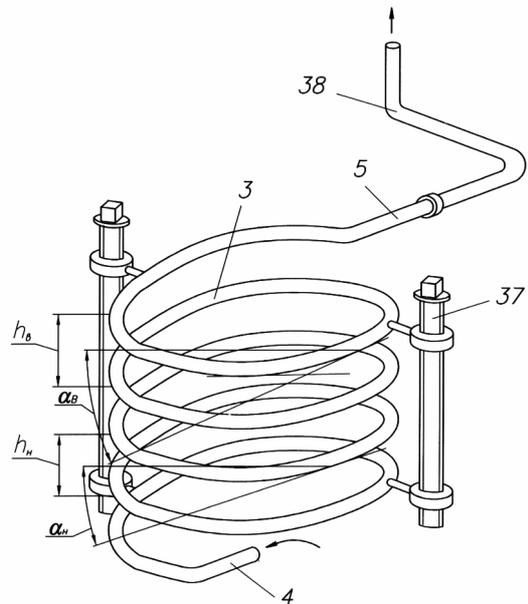
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7