

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043387**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.05.22

(21) Номер заявки
202192210

(22) Дата подачи заявки
2019.08.14

(51) Int. Cl. *A23L 2/54* (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)
B01F 5/04 (2006.01)

(54) **СПОСОБ И УСТРОЙСТВО НАСЫЩЕНИЯ ПРОДУКТА ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА**

(43) **2022.01.18**

(86) **PCT/RU2019/000573**

(87) **WO 2021/029780 2021.02.18**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

**КОЗЛОВ АЛЕКСАНДР
ГЕННАДЬЕВИЧ (RU)**

(74) Представитель:
Клюкин В.А. (RU)

(56) UA-A-30296
US-A1-20110091623
RU-C1-2008773
UA-U-20314
RU-C1-2209350

(57) Изобретение относится к пищевой промышленности, а именно к способам и устройствам для насыщения продукта CO₂, и может быть использовано в пивобезалкогольной отрасли. Способ насыщения продукта диоксидом углерода (CO₂) включает следующие этапы: подают поток жидкости из напорной камеры при давлении (P1) и скорости потока (V1) в сопло, где жидкость разгоняют до высокой скорости потока (V2) и выпускают из сопла при сверхнизком давлении (P2); из сопла поток жидкости подают в приемную камеру одновременно с CO₂, поступающим по каналам, и обеспечивают разрежение на входе в приемную камеру, т.е. скачкообразное одномоментное падение давления (P3), за счет чего происходит перевод жидкости перед насыщением в состояние влажного насыщенного пара для увеличения поверхности массообмена между влажным насыщенным паром и CO₂ в 10000-12000 раз по сравнению с поверхностью массообмена между каплями жидкости и CO₂; подают влажный насыщенный пар и CO₂ в камеру смешивания и интенсивно смешивают влажный насыщенный пар с CO₂ с получением парогазовой смеси; полученную парогазовую смесь подают в камеру конденсации и конденсируют парогазовую смесь в потоке с получением газированного продукта; подают конденсированный газированный продукт в накопительную емкость, в котором CO₂ полностью растворен при заданных параметрах состояния процесса: давления и температуры с КПД растворения 100%. Устройство для насыщения продукта диоксидом углерода (CO₂) выполнено в виде водовоздушного устройства эжекторного типа, включающего последовательно расположенные: напорную камеру подачи продукта, сопло, приемную камеру с четырьмя каналами подвода газа, камеру смешивания, камеру конденсации и диффузор, при этом длина приемной камеры составляет 0,5-0,8 диаметра сопла, диаметр камеры смешивания составляет 1,07-1,2 диаметра сопла, а длина камеры смешивания в 6 раз больше ее внутреннего диаметра, при этом устройство имеет камеру конденсации, размещенную между камерой смешивания и диффузором. Изобретение позволяет увеличить поверхность массообмена, снизить вспенивание продукта при розливе и как следствие снизить расход CO₂, увеличить время удержания CO₂ в продукте на протяжении срока хранения, снизить необходимость использовать повышенное давление в буферных колоннах и охлаждение продукта перед насыщением.

043387
B1

043387
B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к пищевой промышленности, а именно к способам и устройствам для насыщения продукта CO_2 , и может быть использовано в пивобезалкогольной отрасли.

Уровень техники

К способам насыщения продуктов CO_2 предъявляются высокие требования, так как необходимо насыщать CO_2 значительный объем продукта в потоке за короткий промежуток времени, а именно до 25 литров продукта в секунду или $1,5 \text{ м}^3$ продукта в минуту.

Во всех известных способах и устройствах насыщения продукта CO_2 , газовая фаза перемешивается с жидкой фазой продукта. Основной путь повышения эффективности насыщения продукта CO_2 - это увеличение поверхности массообмена при смешивании продукта и CO_2 . На современном технологическом уровне увеличение поверхности массообмена достигается путем механического измельчения потока продукта перед смешиванием с CO_2 на максимально мелкие объемы капель или путем разрушения потока продукта различными устройствами и подачей CO_2 под давлением в определенный объем.

Из уровня техники известен способ и устройство карбонизации жидкой среды (см. [1] US20110091623A1, МПК А23L 2/54; В01F 3/04; В01F 5/04, опубл. 21.04.2011), включающий введение CO_2 под давлением в жидкую среду с использованием по меньшей мере одного соплового устройства, предусмотренного в корпусе, через который проходит жидкая среда, причем указанное сопловое устройство выбрано из группы, состоящей из: соплового устройства, имеющего множество сопловых или выпускных отверстий, причем указанные сопловые или выпускные отверстия выполнены распределенными вдоль по меньшей мере одного канала обработки, проходящего через жидкую среду, и соплового устройства, имеющего по меньшей мере одно щелевое сопло, которое проходит вдоль по меньшей мере одного обрабатываемого канала.

Недостатком указанного аналога является низкое время взаимодействия фаз. Так как время взаимодействия фаз не превышает нескольких секунд, то до предельной равновесной концентрации CO_2 в продукте успевает насытиться только граничный слой капель, ближайший к поверхности раздела фаз продукта и CO_2 . При этом концентрация газа в капле жидкости уменьшается по мере удаления от поверхности капли в центр капли. В результате, в известных способах насыщения концентрация газа в продукте значительно ниже физически возможной предельной равновесной концентрации при одинаковых параметрах состояния процесса насыщения: давления и температуры.

Известные способы насыщения характеризуются относительно низким качеством растворения CO_2 в продукте, так как возможность растворения CO_2 в продукте не реализуется в полной мере, то есть для получения необходимой концентрации CO_2 требуются неоптимальные параметры процесса насыщения: более высокое давление насыщения и более низкая температура насыщения, чем если бы насыщение продукта CO_2 происходило с получением предельной равновесной концентрации CO_2 в продукте.

Известно классическое устройство для насыщения воды газом, содержащее водовоздушный эжектор, который включает напорную камеру для подачи продукта, сопло, приемную камеру с каналом подвода газа, камеру смешивания и диффузор (см. [2] Соколов Е.Я., Н.М. Зингер. Струйные аппараты, М, Энергия, 1970, стр. 213-215). В этом устройстве длина камеры смешивания в 8-10 раз больше ее внутреннего диаметра. При работе устройства рабочий поток жидкости разрушается потоком газа. Устройство предназначено для осуществления известного способа, которому присущи описанные выше недостатки насыщения продукта CO_2 .

Современные патенты в области способов и устройств растворения газов в жидкостях не отличаются значительной научной новизной. Так, в патенте Китайской народной республики (см. [3] CN201001378, МПК А23L 2/54, опубл. 09.01.2008) трубки Вентури соединены последовательно. Резкое расширение объема создает отрицательное давление для поглощения CO_2 в воду или сироп, а затем калибр сжимается, и давление в трубке увеличивается, тем самым увеличивая растворение CO_2 . Такой способ имеет больше недостатков, чем преимуществ, так как не позволяет ни первой, ни второй трубке Вентури достигнуть своего технологического потенциала.

Из уровня техники известен способ введения газа в воду для связывания компонентов, устройство для осуществления способа и полученная с использованием данного способа вода (см. [4] EP0314015A1, МПК А01G 7/00; В01F 1/00, опубл. 03.05.1989). Способ введения газа, такого как кислород, воздух или диоксид углерода, в воду, в котором поток воды, обогащенной газом, пропускается через реакционную камеру, так что поток вращается вокруг и движется вдоль продольной оси, при этом внезапный минимум давления обеспечивается участком этой оси, где газ, содержащийся в потоке, собирается и смешивается с паром, давление увеличивается после минимума, в результате чего газ поглощается водой, так что молекулы газа связываются с молекулами воды. Устройство для осуществления данного способа содержит замкнутый рециркуляционный канал с реакционной камерой, поток поддерживается насосом, и газ вводится в воду либо вихревым потоком, либо водоструйным насосом. Полученная таким образом вода содержит газ в стабильном и связанном состоянии в концентрации, превышающей нормальное насыщение. Диэлектрическая проницаемость и некоторые физические параметры такой воды отличаются от параметров чистой воды. Данный способ основан на недопущении турбулизации потока. Важно отметить, что в описанном в патенте устройстве используется петля рециркуляции, то есть насыщенный газом

продукт возвращается назад в емкость, что не только не реалистично для промышленного применения, но и говорит о том, что одной фазы насыщения напитка углекислотой недостаточно.

Также из уровня техники известен способ и устройство карбонизации воды без буферного танка (см. [5] US5842600, МПК А23L 2/54; В01F 3/04, опубл. 01.12.1998), заключающиеся в объединении соответствующих потоков воды и диоксида углерода в смесительной трубке Вентури. Обычно для насыщения используется или статический миксер, или трубка Вентури. Заявление про карбонизацию без буферного танка - это формальность, так как все современные технологии смешивают углекислый газ с продуктом без буферного танка. Буферный танк под давлением необходим для того, чтобы удерживать газ в газированном напитке, поэтому как в действительности, так и формально карбонизация продукта происходит без буферного танка.

Важно отметить, что если для реализации способа насыщения Вентури достаточно давления 100-120 psi (6,89-8,27 бар), то для нашего способа необходимо давление минимум 150 psi (10,34) и оптимально 180 psi (12,41 бар) на этапе смешивания компонентов после турбулизации потока. За счет гораздо большей эффективности нашего способа и устройства (геометрия тоже оптимизирована для реализации способа), гораздо больше газа растворяется, то есть выше КПД растворения. Для того чтобы "всосать" предельный объем газа, который может раствориться в потоке, который, в свою очередь, кавитирован, необходимо гораздо большее, скачкообразное одномоментное падение давления, а не ламинарное падение давления, как в Вентури. Важно отметить, что в Вентури не только поток ламинарный, но и давление падает не скачкообразно, а гораздо более плавно.

Сущность изобретения

Техническими задачами, на решение которых направлена группа изобретений, являются: увеличение давления на 30-50% относительно давления, которое используется в Вентури системах, на входе в узел насыщения; скачкообразное увеличение поверхности массообмена путем изменения фазового состояния продукта перед смешиванием с CO_2 до получения предельной равновесной концентрации CO_2 в продукте при параметрах состояния процесса насыщения: давления и температуры; внесение конструктивных изменений в известное устройство насыщения продукта газом, а именно изменение габаритов приемной камеры, изменение соотношений поперечного и продольных размеров камеры смешивания, для обеспечения выполнения вышеназванной задачи получения предельной равновесной концентрации CO_2 .

Технический результат изобретения заключается в увеличении поверхности массообмена, снижение вспенивания продукта при розливе и как следствие снижение расхода CO_2 , увеличение времени удержания CO_2 в продукте на протяжении срока хранения, снижение необходимости использовать повышенное давление в буферных колоннах и охлаждение продукта перед насыщением.

Техническая задача решается, а технический результат достигается за счет способа насыщения продукта диоксидом углерода (CO_2), включающего следующие этапы: подают поток жидкости из напорной камеры при давлении (P1) и скорости потока (V1) в сопло, где жидкость разгоняют до высокой скорости потока (V2) и выпускают из сопла при сверхнизком давлении (P2); из сопла поток жидкости подают в приемную камеру одновременно с CO_2 , поступающим по каналам, и обеспечивают разрезание на входе в приемную камеру, т.е. скачкообразное одномоментное падение давления (P3), за счет чего происходит перевод жидкости перед насыщением в состояние влажного насыщенного пара для увеличения поверхности массообмена между влажным насыщенным паром и CO_2 в 10000-12000 раз по сравнению с поверхностью массообмена между каплями жидкости и CO_2 ; подают влажный насыщенный пар и CO_2 в камеру смешивания и интенсивно смешивают влажный насыщенный пар с CO_2 с получением парогазовой смеси; полученную парогазовую смесь подают в камеру конденсации и конденсируют парогазовую смесь в потоке с получением газированного продукта; подают конденсированный газированный продукт в накопительную емкость, в котором CO_2 полностью растворен при заданных параметрах состояния процесса: давления и температуры с КПД растворения 100%.

Техническая задача решается, а технический результат достигается за счет устройства для насыщения продукта диоксидом углерода (CO_2), выполненного в виде водовоздушного устройства эжекторного типа, включающего последовательно расположенные: напорную камеру подачи продукта, сопло, приемную камеру с четырьмя каналами подвода газа, камеру смешивания, камеру конденсации и диффузор, при этом длина приемной камеры составляет 0,5-0,8 диаметра сопла, диаметр камеры смешивания составляет 1,07-1,2 диаметра сопла, а длина камеры смешивания в 6 раз больше ее внутреннего диаметра, при этом устройство имеет камеру конденсации, размещенную между камерой смешивания и диффузором.

Также технический результат достигается за счет того, что четыре канала подвода газа выполнены в стенках приемной камеры и расположены перпендикулярно оси устройства с интервалом 90 градусов относительно друг друга: 90, 180, 270, 360 градусов.

Краткое описание фигур

Фиг. 1 - Схема устройства насыщения продукта диоксидом углерода.

Фиг. 2 - Таблица растворимости.

На фигуре цифрами обозначены следующие позиции:

- 1 - напорная камера для подачи продукта;
- 2 - сопло;
- 3 - приемная камера;
- 4 - каналы подвода газа;
- 5 - камера смешивания;
- 6 - камера конденсации;
- 7 - диффузор.

Осуществление изобретения

Важно отметить, что в отличие от способа Вентури, описанного в аналогах, заявленный способ направлен на турбулизацию, кавитацию потока, разрыв молекулярных связей при скачкообразном одномоментном и максимальном снижении давления. Заявленная группа изобретений максимизирует турбулизацию потока для увеличения кавитации и разрыва молекулярных связей, которые обладают высокой энергетической емкостью. Для заявленного способа высокая степень турбулизации необходима, чтобы разорвать связи и получить смешивание на молекулярном уровне. Только потому максимально турбулизированный поток (не максимально ламинарный как в Вентури, обратите внимание на геометрию Вентури, которая характеризуется плавными линиями) с высокой скоростью поступает в какую-либо камеру смешения, в которой нужно скачкообразно одномоментно и максимально снизить давление (при способе Вентури поток не только ламинарен, но и давление падает не скачкообразно, а ламинарно, что характерно для геометрии Вентури). В турбулизированный, кавитированный поток подается газ (CO_2) из 4 каналов подачи газа.

Сущность изобретения поясняется схемой (фиг. 1), на которой изображено предложенное устройство для насыщения продуктов (напитков) диоксидом углерода (CO_2) в потоке. Устройство выполнено в виде водовоздушного устройства эжекторного типа и содержит последовательно расположенные: напорную камеру для подачи продукта (1), сопло (2), приемную камеру (3) с четырьмя каналами подвода газа (4), камеру смешивания (5), камеру конденсации (6), диффузор (7). Длина приемной камеры (3) составляет 0,5-0,8 диаметра сопла (2). Каналы подвода газа (4) выполнены в стенках приемной камеры (3) и расположены перпендикулярно оси устройства с интервалом 90 градусов относительно друг друга: 90, 180, 270, 360 градусов; а также выполнены фрезерованными и имеют длину, которая в несколько раз больше длины каналов подачи газа любых вариантов/изобретений на базе трубок Вентури. Диаметр камеры смешивания равен 1,0-1,2 диаметра сопла, а длина камеры смешивания в шесть раз больше ее внутреннего диаметра.

Заявленное устройство реализуется за счет заявленного способа. Жидкость с давлением P_1 и скоростью V_1 подается насосом высокого давления в напорную камеру (1), проходит через сопло (2) в приемную камеру (3). В сопле (2) жидкость разгоняется до высокой скорости потока $V_2 > V_1$, в результате чего выходит из сопла (2) при сверхнизком давлении $P_2 < P_1$. Из сопла (2) поток жидкости поступает в приемную камеру (3) одновременно с CO_2 , поступающим по каналам (4). Длина приемной камеры (3) обеспечивает создание в ней разрежения, т.е. скачкообразное одномоментное падение давления (P_3), которое необходимо и достаточно для образования мощного турбулентного потока и "вскипания" потока продукта, т.е. перехода жидкости в состояние влажного насыщенного пара. Состояние влажного насыщенного пара необходимо для увеличения поверхности массообмена между влажным насыщенным паром и CO_2 в 10000-12000 раз по сравнению с поверхностью массообмена между каплями жидкости и CO_2 . Благодаря разрежению в приемной камере (3) диоксид углерода, поступающий по каналам (4), захватывается влажным насыщенным паром, и "кипящий" поток продукта вместе с газом с высокой скоростью до 80 м/с и под давлением устремляется в камеру смешивания (5). Габариты камеры смешивания и её длина обеспечивают насыщение газом частиц пара продукта до предельной равновесной концентрации. Насыщенный поток (полученная парогазовая смесь) направляется в камеру конденсации (6), где за счет увеличения геометрических размеров камеры конденсации (6) по сравнению с размерами камеры смешивания (5) происходит торможение потока, его скорость падает, а давление возрастает, в результате чего происходит конденсация парогазовой смеси в потоке с получением газированного продукта. Из камеры конденсации (6) продукт, насыщенный газом (конденсированный газированный продукт), концентрация которого предельна или близка к предельной равновесной концентрации при данных параметрах состояния процесса, направляется через диффузор (7) в накопительную ёмкость (на рисунке не показана).

В итоге получают продукт, в котором CO_2 полностью растворен при заданных параметрах состояния процесса: давления и температуры с КПД растворения 100%. При этом заданные параметры принимают из таблицы растворимости (фиг. 2), чтобы достичь предела растворимости, например, при давлении 4 бар и температуре 15°C, возможно растворить 5 объемных долей CO_2 в 1 литре продукта, т.е. если удалось растворить 5 объемных долей, то больше не удастся, так как мы достигли пределов возможности закона физики.

Пример.

Испытания эффективности предложенного способа и устройства происходили на работающих производственных линиях розлива газированных продуктов различных конфигураций и производителей

путем замены узлов насыщения на сатураторах и миксер-сатураторах на предложенное устройство. Согласно требованиям предприятий-производителей газированных продуктов газированные продукты должны иметь насыщенность CO_2 от 5 до 8,8 грамм CO_2 на литр в зависимости от рецепта. При этом, чем выше температура насыщения продукта CO_2 , тем ниже будут затраты электроэнергии на охлаждение продукта перед насыщением, а чем ниже давление насыщения продукта CO_2 , тем ниже будет расход CO_2 в процессе насыщения продукта CO_2 . Известны также качественные преимущества получения предельной равновесной концентрации CO_2 в продукте, такие как улучшение вкуса и повышение устойчивости газированного продукта, сохранение насыщенности CO_2 в ПЭТ-бутылке во время хранения продукта. В ходе проведения испытаний устройства, параметры работы линий розлива оставались такими, как и до испытаний. Испытания проходились при прочих равных условиях (*ceteris paribus*) с изменением параметров состояния процесса для оценки эффективности работы предложенного устройства. В зависимости от целей и задач производственного предприятия получены необходимые концентрации CO_2 при следующих параметрах состояния процесса:

увеличение температуры насыщения с 8°C до $16-18^\circ\text{C}$ (меняется параметр состояния процесса - температура насыщения продукта CO_2) с получением необходимой концентрации CO_2 в продукте при одинаковом давлении насыщения CO_2 в сатураторе/миксер-сатураторе до и после испытания устройства (4 бар);

снижение давления насыщения с 4 до 2,8 бар (меняется параметр состояния процесса - давление насыщения продукта CO_2) с получением необходимой концентрации CO_2 в продукте при одинаковой температуре продукта в сатураторе/миксер-сатураторе до и после внедрения устройства (8°C);

снижение давления насыщения с 4 до 3,4 бар и повышение температуры насыщения с 8°C до $14-15^\circ\text{C}$ (меняются параметры состояния процесса - давление и температура насыщения продукта CO_2) с получением необходимой концентрации CO_2 в продукте.

Таким образом, использование предложенного устройства позволяет насыщать продукты CO_2 при оптимальных параметрах процесса: более высокой температуре насыщения и/или более низком давлении насыщения, а предложенный способ насыщения позволяет перевести продукт перед смешиванием с CO_2 в состояние влажного насыщенного пара и добиться получения предельной равновесной концентрации CO_2 в продукте в потоке.

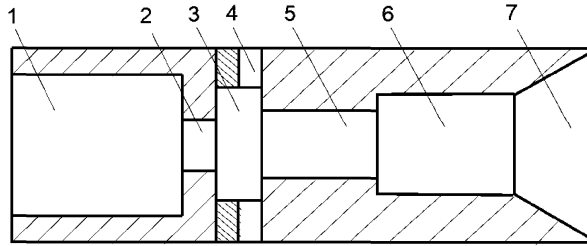
Изменение фазового состояния продукта перед смешиванием с газом достигается за счет местного падения давления до давления насыщения. После смешивания продукта с газом давление продукта повышается при конденсации до давления процесса. Перевод продукта в состояние ВНП обеспечивает получение скачкообразного увеличения поверхности массообмена продукта с CO_2 в 10000-12000 раз, т.е. насыщение продукта CO_2 происходит на молекулярном уровне. Концентрация CO_2 в продукте успевает достичь предельного значения и после конденсации сохранить его.

Предложенное соотношение ширины приемной камеры и диаметра сопла позволяет создать необходимое разрежение, благодаря которому продукт переходит в состояние взвешенного насыщенного пара (ВНП), а CO_2 поступает вместе с продуктом в камеру смешивания. Соотношение поперечного размера камеры смешивания и ее длины обеспечивает получение предельной равновесной концентрации CO_2 в продукте. Размеры камеры конденсации обеспечивают конденсацию парогазовой смеси в потоке.

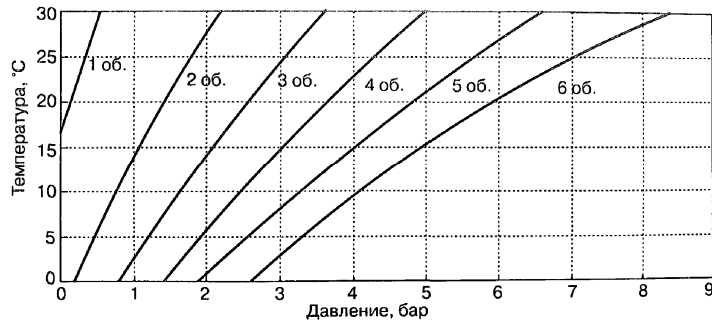
Только одномоментное скачкообразное падение давления, которое создается высокой скоростью потока и определенной геометрией проточной части, а также спроектированные с целью подачи оптимального объема газа с оптимальной скоростью (оптимальный объем и скорость подачи газа - это такие величины, при которых величина разрежения в камере смешивания максимальна) в камеру смешивания 4 фрезерованных канала подачи газа позволяют кавитировать и перевести продукт в состояние влажного насыщенного пара, т.е. обеспечить так называемое "кипение" продукта, таким образом, что поверхность взаимодействия фаз двух компонентов продукта будет одинаковой, и произойдет интенсивное перемешивание газа в продукте, что, в свою очередь, позволяет получить вышеобозначенный тех. результат: насыщать продукт CO_2 при более высокой температуре и при более низком давлении без вспенивания продукта на разливающих машинах, а также удерживать газ в пределах ПЭТ-тары более длительный срок.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство для насыщения продукта диоксидом углерода (CO_2), выполненное в виде водовоздушного устройства эжекторного типа, включающее последовательно расположенные: напорную камеру подачи продукта (1), сопло (2), приемную камеру (3) с каналами подвода газа (4), камеру смешивания (5), камеру конденсации (6) и диффузор (7), при этом длина приемной камеры (3) составляет 0,5-0,8 диаметра сопла, диаметр камеры смешивания (5) составляет 1,07-1,2 диаметра сопла, длина камеры смешивания (5) в 6 раз больше ее внутреннего диаметра, отличающееся тем, что количество каналов подвода газов (4) равно четырем, при этом каналы расположены перпендикулярно оси устройства с интервалом 90 градусов относительно друг друга.



Фиг. 1



Фиг. 2

