

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202293267** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.03.09

(22) Дата подачи заявки
2021.05.18

(51) Int. Cl. **B01D 1/16** (2006.01)
B01D 1/14 (2006.01)
B01D 1/30 (2006.01)
C13B 25/06 (2011.01)

(54) УСТАНОВКА И СПОСОБ ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЖИДКОСТИ

(31) **2020901609**

(32) **2020.05.19**

(33) **AU**

(86) **PCT/AU2021/050462**

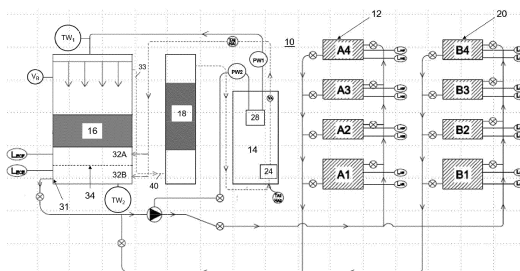
(87) **WO 2021/232093 2021.11.25**

(71) Заявитель:
**ПАЙВОТАЛ ЭНТЕРПРАЙЗИС ПТИ
ЛТД (AU)**

(72) Изобретатель:
**Томсон Кристофер, Фари Стивен,
Михос Георгиос, Пэллэги Пол (AU)**

(74) Представитель:
Хмара М.В. (RU)

(57) Способ концентрирования обрабатываемой жидкости, содержащей несущую жидкость, включающий в себя (a) поддержание обрабатываемой жидкости при заданном температурном значении/в заданном температурном диапазоне; (b) выпаривание несущей жидкости из обрабатываемой жидкости для получения концентрированной обрабатываемой жидкости; (c) отслеживание по меньшей мере одного параметра процесса этапа (a) или (b) для обнаружения твердых отложений, образующихся либо на этапе (a), либо на этапе (b); и (d) запуск протокола очистки, если параметр процесса отклонился от заданного значения/заданного диапазона, для уменьшения количества образовавшихся твердых отложений.



A1

202293267

202293267

A1

УСТАНОВКА И СПОСОБ ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЖИДКОСТИ

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к установке и способу для
5 концентрирования обрабатываемой жидкости, например, тростникового сахарного сока.

Настоящее изобретение, в частности, хотя и не исключительно, относится к установке и способу для концентрирования обрабатываемой жидкости, которые минимизируют технологическое время простоя.

10 Настоящее изобретение, в частности, хотя и не исключительно, относится к установке и способу для концентрирования обрабатываемой жидкости, которые минимизируют накопление твердых отложений.

Предшествующий уровень техники

15 В сахарной промышленности сахар обычно получают путем извлечения и концентрирования тростникового сахарного сока перед кристаллизацией концентрированного сока в форме сахара.

Типичный процесс включает в себя измельчение сахарного тростника для получения тростникового сахарного сока, который нагревают до высокой
20 температуры для концентрирования. Проблема, связанная с данным процессом, заключается в том, что этап нагревания вызывает потемнение сока, например, из-за расщепления полисахаридов до простых сахаров, или карамелизации. Чтобы решить эту проблему, добавляют известь (СаО) для очищения и осветления конечного продукта.

25 Другая проблема, с которой сталкиваются операторы сахарных заводов, состоит в том, что технологическое оборудование имеет тенденцию к обрастанию твердыми отложениями из-за оседания / отложения сахара и примесей из тростникового сахарного сока на технологическом оборудовании. Примеры примесей включают в себя органические примеси, такие как белки, и
30 неорганические примеси, такие как кальций- и кремний-содержащие минералы. Вследствие этого процесс приходится периодически останавливать, чтобы вручную очищать технологическое оборудование для поддержания качества конечного продукта и производительности.

Попытки избежать потемнения тростникового сахарного сока включают в
35 себя выполнение выпаривания при пониженной температуре. Однако, это удлиняет время обработки из-за уменьшения скорости испарения, и все равно требует

периодического прерывания процесса, чтобы дать возможность производить ручную очистку технологического оборудования.

Было бы желательно предложить процесс для концентрирования обрабатываемых жидкостей типа тростникового сахарного сока, который сокращает технологическое время простоя.

Сущность изобретения

В настоящем изобретении предложены усовершенствованный процесс и установка для концентрирования обрабатываемой жидкости.

Настоящее изобретение ориентировано на достижение указанной цели по меньшей мере частично путем работы при оптимальных условиях, которые обеспечивают концентрирование обрабатываемой жидкости и одновременное уменьшение количества твердых отложений в обрабатывающем оборудовании. Решение данной задачи может включать в себя управление температурой обрабатываемой жидкости.

Настоящее изобретение может упреждающим образом ослаблять рост твердых отложений за счет более совершенного улавливания капель в линии массопередающей среды (например, воздуха) и/или меньшего выпаривания несущей жидкости (например, воды) из обрабатываемой жидкости в испарительном заполняющем материале.

Настоящее изобретение также включает в себя автоматизированную систему очистки, которая позволяет очищать жидкостную магистраль, содержащую по меньшей мере один теплообменник. Автоматизированная система очистки также дает возможность обрабатывать жидкости, которые содержат вещества, вызывающие образование твердых отложений, или обходиться без ручной очистки обрабатывающего оборудования.

В настоящем описании термин «массопередающая среда» относится к текучей среде, в типичном случае – воздуху, которая обеспечивает перенос массы несущей жидкости (например, воды) из потока обрабатываемой жидкости в массопередающую среду. В ходе этого процесса может иметь место перенос тепла.

В настоящем описании термин «теплопередающая среда» относится к текучей среде, например воде, которая получает тепло от обрабатываемой жидкости или передает тепло обрабатываемой жидкости.

Система очистки может содержать один или более накопительных резервуаров, в которых хранятся реагенты, уничтожающие твердые отложения, клапаны и насосы, которые обеспечивают циркуляцию указанных реагентов через

установку в соответствии с протоколом очистки для удаления твердых отложений из обрабатываемого оборудования.

Протокол очистки может быть запущен, когда заданные параметры процесса отклоняются от их пороговых диапазонов.

5 Протокол очистки может быть запущен, когда превышены пороговые диапазоны заданных параметров процесса.

Протокола очистки может исполняться в регулярном временном цикле или при обнаружении роста осадка / твердых отложений.

10 Установка может содержать контроллер, который электрически связан с множеством датчиков, которые отслеживают параметры процесса в различных его частях. Предпочтительно контроллер представляет собой программируемый логический контроллер (ПЛК).

Установка может включать в себя один или более датчиков давления, расхода, температуры, влажности и уровня.

15 Установка может включать в себя датчики давления и расхода для обнаружения твердых отложений, например, в магистралях обрабатываемой жидкости, воды и воздуха, соединенных с выпарным аппаратом или теплообменником (теплообменниками) установки. Когда указанные датчики обнаруживают отклонение давления или расхода от заданного порогового значения
20 / диапазона, контроллер запускает протокол очистки для удаления твердых отложений из установки.

Хотя настоящее изобретение прежде всего подходит для обработки тростникового сахарного сока, настоящее изобретение равным образом подходит для других задач, включая обработку сточных вод и получение дистиллированной
25 воды в качестве побочного продукта обработки. Соответственно, в то время как настоящее изобретение сосредоточено главным образом на применении для обработки сахарного тростника, следует понимать, что изобретение не ограничено данной областью применения.

Настоящее изобретение также подходит для получения нулевых сбросов от
30 различных обрабатываемых жидкостей, например, сточных вод при осушении прудов, и технологических потоков жидкостей.

Система очистки, соответствующая настоящему изобретению, равным образом применима для энергосберегающих схем, которые могут содержать теплообменники предварительного охлаждения / извлечения энергии в любой одной
35 или более линиях обрабатываемой жидкости, воздуха и воды, которые влияют

только на энергетическую эффективность процесса, а не на характеристики борьбы с твердыми отложениями.

В настоящем изобретении предложен способ концентрирования обрабатываемой жидкости, содержащей несущую жидкость, включающий в себя:

5 (a) поддержание обрабатываемой жидкости при заданном температурном значении / в заданном температурном диапазоне;

(b) выпаривание несущей жидкости из обрабатываемой жидкости для получения концентрированной обрабатываемой жидкости;

10 (c) отслеживание по меньшей мере одного параметра процесса этапов (a) или (b) для обнаружения твердых отложений, образуемых либо на этапе (a), либо на этапе (b); и

(d) запуск протокола очистки, если параметр процесса отклонился от заданного значения / диапазона, для уменьшения количества образовавшихся твердых отложений.

15 Термин «обрабатываемая жидкость» охватывает гомогенные растворы и гетерогенные смеси, получаемые из процесса, (например, сахарный сироп после измельчения сахарного тростника или поток отходов, выходящий из сахарорафинадного завода).

20 Несущая жидкость может представлять собой растворитель, который может разводить растворенное вещество, или жидкую среду суспензии или шлама. Предпочтительно несущей жидкостью является вода.

Этап (a) может включать в себя подачу обрабатываемой жидкости в теплообменник для поддержания обрабатываемой жидкости при заданном температурном значении / в заданном температурном диапазоне.

25 Параметром процесса может служить один или более из следующих параметров: температура, давление, расход, влажность и уровень жидкости. Предпочтительно параметрами процесса являются перепад давления на обрабатывающем оборудовании, и расходы массопередающей среды и обрабатываемой жидкости.

30 Этап (b) может включать в себя подачу обрабатываемой жидкости из теплообменника в выпарной аппарат. Выпарной аппарат дает возможность произвести выпаривание по меньшей мере части несущей жидкости.

35 Этап (b) может включать в себя нагревание несущей жидкости без использования внешнего теплового источника. Это означает, что обрабатываемая жидкость может быть нагрета за счет тепла, создаваемого самим процессом

(например, путем использования теплообменника), без привлечения внешнего нагревателя.

Этап (b) может включать в себя конденсацию выпаренной несущей жидкости.

Этап (c) может включать в себя отслеживание перепада давления на теплообменнике.

Этап (c) может включать в себя отслеживание расходов текучих сред через выпарной аппарат. Предпочтительно этап (c) включает в себя отслеживание расходов массопередающей среды и /или обрабатываемой жидкости через выпарной аппарат.

Этап (b) может включать в себя непосредственный контакт обрабатываемой жидкости с массопередающей средой.

Массопередающая среда может представлять собой газ. Предпочтительно массопередающей средой является воздух.

Когда массопередающей средой является газ, способ может включать в себя барботирование газа через воду для увлажнения газа, поступающего в выпарной аппарат.

Когда массопередающей средой является газ, способ может включать в себя распыление обрабатываемой жидкости на испарительный заполняющий материал.

Этап (d) может включать в себя запуск протокола очистки, если давление или расход отклонились от заданного значения / диапазона, для уменьшения количества твердых отложений в теплообменнике или выпарном аппарате.

В предпочтительном случае выпаривание происходит при температуре, которая не приводит к деградации обрабатываемой жидкости или росту твердых отложений в технологическом оборудовании. Например, при обработке тростникового сахарного сока выпаривание выполняют при температуре в диапазоне 20-40°C, которая, как установлено, исключает потемнение сока и минимизирует отложение сахара на обрабатывающем оборудовании. Согласно другим вариантам осуществления, выпаривание происходит в условиях, соответствующих условиям окружающей среды.

Обрабатываемой жидкостью могут являться технологические жидкости, такие как экстракт сахарного тростника или сточные воды.

Обрабатываемую жидкость можно поддерживать при температуре не превышающей 40°C посредством теплообменника. Этим гарантируется, что обрабатываемая жидкость имеет температуру, которая не вызывает чрезмерного образования твердых отложений или ухудшения характеристик обрабатываемой жидкости, когда происходит ее концентрирование в выпарном аппарате. Например,

если обрабатываемой жидкостью является сахарный раствор, температуру поддерживают максимум на уровне 20-40°C, чтобы не происходило разложения полисахаридов в растворе на дисахариды или моносахариды, или чтобы не происходила даже минимальная карамелизация.

5 Обрабатываемую жидкость можно поддерживать при заданном температурном значении / в заданном температурном диапазоне посредством противоточного теплообменника.

В настоящем изобретении также предложен способ получения сахарного концентрата из сахарного тростника, включающий в себя:

- 10 (a) получение сахаросодержащего экстракта из сахарного тростника;
 (b) поддержание экстракта при заданном температурном значении / в заданном температурном диапазоне;
 (c) осветление экстракта при отсутствии добавляемой извести;
 (d) выпаривание воды из экстракта для образования сахарного концентрата;
 15 (e) отслеживание параметра процесса на этапе (b) или (d) для обнаружения твердых отложений, образующихся либо на этапе (b), либо на этапе (d); и
 (f) запуск протокола очистки, если указанный параметр процесса отклонился от заданного значения / диапазона, для уменьшения количества образовавшихся твердых отложений.

20 Этап (a) может включать в себя измельчение сахарного тростника для получения сахаросодержащего экстракта (например, сока сахарного тростника). Предпочтительно сахаросодержащий экстракт образуют путем смешивания дробленого сахарного тростника с водой.

Этап (b) может включать в себя подачу экстракта в теплообменник для
 25 поддержания экстракта при заданном температурном значении / в заданном температурном диапазоне.

Этап (d) может включать в себя подачу экстракта из теплообменника в выпарной аппарат.

Этап (d) может включать в себя конденсацию выпаренной воды.

30 Этап (e) может включать в себя отслеживание перепада давления на теплообменнике, и расходов массопередающей среды и/или обрабатываемой жидкости через выпарной аппарат.

Этап (f) может включать в себя запуск протокола очистки, если указанное давление или расход отклонились от заданного значения / диапазона, для
 35 уменьшения твердых отложений в теплообменнике или выпарном аппарате.

Этап выпаривания может включать в себя распыление обрабатываемой жидкости на испарительный заполняющий материал, и направление потока воздуха через указанный испарительный заполняющий материал в противоположном направлении. Недостаток данного способа заключается в том, что заполняющий материал подвержен обрастанию твердыми отложениями, и его трудно очищать.

Альтернативный этап выпаривания может включать в себя барботирование массопередающей среды через воду, предпочтительно с использованием барботажной тарелки, для увлажнения массопередающей среды перед тем, как увлажненная массопередающая среда будет направлена в воздушный поток.

Преимущество данного способа заключается в уменьшении обрастания твердыми отложениями, и простом обслуживании барботажной тарелки, например при помощи проволочной щетки. Однако, данный способ снижает эффективность процесса по сравнению с процессом, в котором используется испарительный заполняющий материал. Эффективность снижается приблизительно на 20%. Данный способ может также включать в себя использование нагнетающей головки, насоса, предпочтительно вентилятора.

Способ может включать в себя повторное использование части массопередающей среды (например, воздуха), выходящей из выпарного аппарата. Предпочтительно способ включает в себя циркуляционное пропускание выходящей массопередающей среды в каплеулавливающую камеру для удаления увлеченной обрабатываемой жидкости перед возвратом массопередающей среды в выпарной аппарат.

Способ может включать в себя направление части массопередающей среды из выпарного аппарата в каплеулавливающую камеру для удаления увлеченной обрабатываемой жидкости (например, сахаросодержащего экстракта) перед возвратом очищенной массопередающей среды в выпарной аппарат. За счет этого сокращается образование твердых отложений в теплообменнике, который может представлять собой змеевик выпарного аппарата, такой как системы отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВиК).

Способ может включать в себя циркуляционное пропускание очищенной массопередающей среды через теплообменник перед возвращением в выпарной аппарат.

Способ может включать в себя использование датчиков для отслеживания параметров процесса в обрабатывающем оборудовании, которое используется в рассматриваемом способе. Предпочтительно, способ включает в себя использование датчиков для отслеживания перепада давления на теплообменнике

и расхода массопередающей среды и / или обрабатываемой жидкости (например, экстракта сахарного тростника) в выпарном аппарате.

Когда установка содержит охладитель с конденсатором и змеевиком выпарного аппарата, можно отслеживать расход/давление на жидкостной стороне змеевика выпарного аппарата или воздушной стороне конденсатора.

Установлено, что обрастание твердыми отложениями горячей или холодной стороны теплообменника увеличивает перепад давления на теплообменнике. В связи с этим, как только указанный перепад давления превышает предельное пороговое значение, контроллер или оператор (вручную) инициирует выполнение протокола очистки.

Способ может включать в себя этап увлажнения массопередающей среды перед контактом последней с обрабатываемой жидкостью. Использование увлажненного воздуха расширяет возможности данного способа в отношении уменьшения образования твердых отложений.

Этап увлажнения массопередающей среды может включать в себя барботирование массопередающей среды через воду, предпочтительно с использованием барботажной тарелки.

Относительная влажность массопередающей среды может находиться в диапазоне 90-100%. Предпочтительно, чтобы относительная влажность массопередающей среды была в диапазоне 95-100%.

Способ может включать в себя отслеживание параметра процесса на предмет отклонения от заданного значения / диапазона. Предпочтительно способ включает в себя отслеживание перепада давления на теплообменнике на предмет отклонения за пределы заданного диапазона. Например, способ может определять рост накипи/твердых отложений в теплообменнике путем измерения нормального перепада давления (PD, от англ. Pressure Differential) на теплообменнике (например, 35 кПа) при конкретном расходе (например, 15 л/мин в зависимости от размера теплообменника) для определенной жидкости (например, воды), и отслеживания увеличения PD (при конкретном расходе конкретной жидкости).

Способ может включать в себя прекращение подачи обрабатываемой жидкости в выпарной аппарат перед запуском протокола очистки. В предпочтительном варианте способ может включать в себя перенаправление обрабатываемой жидкости в накопительный резервуар перед запуском протокола очистки. Этим обеспечивается, что реагенты, уничтожающие твердые отложения, не смешаются с обрабатываемой жидкостью и не загрязнят последнюю.

Протокол очистки может инициировать более продолжительную самоочистку и/или высвобождение реагентов, уничтожающих твердые отложения, которые обладают более сильными чистящими свойствами (например, более теплую воду, более концентрированный раствор кислоты или щелочи).

- 5 Для лабораторной установки с производительностью 250 л/сутки заданное значение / диапазон давления на теплообменнике может находиться в интервале 5-50 кПа, предпочтительно в интервале 10-45 кПа, а более предпочтительно составляет 45 кПа. В предпочтительном варианте заданное значение / диапазон давления можно линейно масштабировать в зависимости от производительности
- 10 установки. Заданное значение / диапазон давления может зависеть от способа теплового обмена.

- Для лабораторной установки с производительностью 250 л/сутки заданное значение / диапазон расхода массопередающей среды в выпарном аппарате может находиться в интервале 10-20 л/мин, предпочтительно составляет 15 л/мин.
- 15 Установлено, что обрастание твердыми отложениями выпарного аппарата сокращает перенос массопередающей среды через выпарной аппарат. В этой связи, как только расход уменьшается ниже предельного порога, контроллер запускает протокол очистки. В предпочтительном случае предельным порогом может быть падение расхода по меньшей мере на 0,5 л/мин. Заданное значение /
- 20 диапазон расхода массопередающей среды в выпарном аппарате можно линейно масштабировать в зависимости от производительности установки.

Заданное значение / диапазон значений расхода обрабатываемой жидкости в выпарном аппарате могут находиться в интервале 0,10-0,30 л/мин, предпочтительно составляют 0,15-0,25 л/мин

- 25 Протокол очистки может включать в себя циркулирование раствора, уничтожающего твердые отложения, через одно или более обрабатывающих устройств, которые используются в рассматриваемом способе. Предпочтительно протокол очистки включает в себя циркуляционное пропускание раствора, уничтожающего твердые отложения, через теплообменник до тех пор, пока
- 30 давление не вернется к заданному значению / в заданный диапазон.

Раствором, уничтожающим твердые отложения, может служить вода, раствор кислоты или щелочи. Предпочтительно, чтобы раствор относился к пищевому классу.

- Если раствором, уничтожающим твердые отложения, является вода, то воду
- 35 можно поддерживать при температуре в диапазоне 20-40°C. Предпочтительно воду

поддерживать при температуре в интервале 30-40°C. Более предпочтительно воду поддерживать при температуре приблизительно 35°C.

Если раствором, уничтожающим твердые отложения, является раствор щелочи, то pH раствора может находиться в интервале 8-10. В предпочтительном случае раствор щелочи представляет собой раствор гидроокиси, например, раствор гидроокиси натрия. Более предпочтительно, чтобы раствор щелочи имел концентрацию в диапазоне 10-20% (0,25-1 M).

Если раствором, уничтожающим твердые отложения, является раствор кислоты, то pH раствора может находиться в интервале 4-6. В предпочтительном случае раствор кислоты может содержать съедобную кислоту, включая уксусную кислоту, лимонную кислоту или яблочную кислоту. Более предпочтительно, чтобы раствор кислоты имел концентрацию в диапазоне 5-20% (0,25-1 M).

Протокол очистки может включать в себя активацию клапана для высвобождения реагента, уничтожающего твердые отложения, из накопительного резервуара в теплообменник или выпарной аппарат.

Протокол очистки может включать в себя подвергание трубопроводов теплообменника или выпарного аппарата воздействию ультразвука.

Протокол очистки может включать в себя выполнение цикла промывки для удаления реагента, уничтожающего твердые отложения, перед завершением протокола очистки. Цикл промывки вымывает реагент, уничтожающего твердые отложения, или отходы.

Способ может включать в себя высвобождение обрабатываемой жидкости из накопительного резервуара после цикла промывки.

В настоящем изобретении дополнительно предложена установка для концентрирования обрабатываемой жидкости, содержащей несущую жидкость, включающая в себя:

- теплообменник для поддержания обрабатываемой жидкости при заданном температурном значении / в заданном температурном диапазоне;
- выпарной аппарат, имеющий сообщение по текучей среде с теплообменником для приема обрабатываемой жидкости и выпаривания несущей жидкости из обрабатываемой жидкости для получения концентрата;
- по меньшей мере один датчик для отслеживания параметра процесса в теплообменнике или выпарном аппарате для обнаружения твердых отложений в теплообменнике или выпарном аппарате;
- систему очистки для уменьшения количества твердых отложений в установке; и

- контроллер, выполненный с возможностью приема сигналов от датчика или ручной команды от пользователя для запуска системы очистки, если указанный параметр процесса отклонился от заданного значения / диапазона.

5 Установка может содержать конденсатор для конденсирования выпаренной несущей жидкости. В предпочтительном случае конденсатор может иметь сообщение по текучей среде с теплообменником.

Установка может содержать трубопровод для повторного использования части выпаренной несущей жидкости в качестве текучей среды для увлажнения массопередающей среды.

10 Установка может содержать один или более датчиков давления для отслеживания перепада давления на теплообменнике.

Установка может содержать датчик расхода для отслеживания расхода массопередающей среды через выпарной аппарат.

15 Установка может содержать датчик расхода для отслеживания расхода обрабатываемой жидкости через выпарной аппарат.

Датчиком расхода может служить лопастной расходомер или ультразвуковой расходомер.

Система очистки может содержать один или более накопительных резервуаров, содержащих реагент, уничтожающий твердые отложения.

20 Контроллер может иметь возможность переключения на ручной режим, чтобы обеспечить возможность ручного запуска протокола очистки.

Контроллер может быть выполнен с возможностью приема сигналов от датчика давления и/или расхода для запуска протокола очистки системы очистки.

25 Теплообменник может быть компонентом системы ОВиК. Предпочтительно теплообменник является змеевиком выпарного аппарата системы ОВиК.

Теплообменник может представлять собой охладитель. Предпочтительно теплообменник является конденсатором охладителя.

Теплообменник может являться теплообменником противоточного типа.

Установка может содержать по меньшей мере два теплообменника.

30 Предпочтительно указанными теплообменниками являются конденсатор охладителя и змеевик выпарного аппарата.

Выпарной аппарат может быть выполнен с возможностью непосредственного контакта массопередающей среды с обрабатываемой жидкостью.

35 Установка может содержать контур повторного использования для рециркуляции части массопередающей среды, выходящей из выпарного аппарата.

Установка может содержать каплеулавливающую камеру, чтобы принимать по меньшей мере часть массопередающей среды из выпарного аппарата для удаления увлеченной обрабатываемой жидкости и образования очищенной массопередающей среды, возвращаемой в выпарной аппарат, предпочтительно через конденсатор.

Каплеулавливающая камера может содержать улавливатель для захвата увлеченной обрабатываемой жидкости. За счет этого сокращается обрастание теплообменника твердыми отложениями.

Каплеулавливающая камера может содержать множество выпускных каналов для возврата захваченной обрабатываемой жидкости в выпарной аппарат или накопительный резервуар.

Улавливатель может содержать извилистый (например, зигзагообразный) канал, чтобы повысить способность захватывать увлеченную обрабатываемую жидкость.

Каплеулавливающая камера может быть выполнена так, чтобы очищенная массопередающая среда находилась в тепловом контакте с обрабатываемой жидкостью.

Выпарной аппарат представляет собой распылительную колонну. Распылительная колонна может быть выполнена с возможностью распыления обрабатываемой жидкости в поток массопередающей среды. Предпочтительно распылительная колонна содержит диспергатор для распыления обрабатываемой жидкости в поток массопередающей среды.

Выпарной аппарат может содержать барботажную тарелку для содействия увлажнению массопередающей среды перед контактом последней с обрабатываемой жидкостью. Предпочтительно, чтобы указанная тарелка была выполнена из нержавеющей стали. Более предпочтительно, чтобы тарелка содержала множество отверстий диаметром 1 мм.

Выпарной аппарат может содержать испарительный заполняющий материал.

Установка может содержать по меньшей мере один накопительный резервуар для размещения реагента, уничтожающего твердые отложения.

Система очистки может содержать накопительный резервуар для воды, накопительный резервуар для раствора кислоты и/или накопительный резервуар для раствора щелочи. В зависимости от природы материала твердых отложений система очистки может осуществлять циркуляционное пропускание одного из указанных растворов через теплообменник и/или выпарной аппарат.

Установка может содержать питающий резервуар для размещения обрабатываемой жидкости перед ее поступлением в теплообменник.

Установка может содержать один или более резервуаров временного размещения для приема обрабатываемой жидкости при запуске протокола очистки.

5 Установка может содержать ультразвуковой излучатель для очистки теплообменника и/или выпарного аппарата. Предпочтительно ультразвуковой излучатель крепить к трубопроводу, ведущему в теплообменник, для передачи механических колебаний через трубопровод в жидкость.

10 Перечень фигур

Варианты осуществления изобретения ниже будут описаны только в качестве примера со ссылкой на прилагаемые чертежи, среди которых:

фиг. 1 представляет функциональную схему установки, соответствующей одному варианту осуществления настоящего изобретения;

15 фиг. 2 иллюстрирует распылительную колонну установки с фиг. 1;

фиг. 3 иллюстрирует каплеулавливающую камеру установки с фиг. 1.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

20 Установка для концентрирования обрабатываемой жидкости, соответствующая настоящему изобретению, изображена на фиг. 1 и обозначена позиционным номером 10.

В данном примере установка выполнена с возможностью обработки экстракта сахарного тростника (сока). Однако, следует понимать, что данная установка может быть выполнена с возможностью обработки других жидкостей, 25 включая промышленные технологические жидкости, такие как сточные воды.

Установка 10 содержит охладитель 14, включающий в себя теплообменники в виде конденсатора 24 и охлаждаемого водой змеевика 28 выпарного аппарата, выпарной аппарат в виде распылительной колонны 16, каплеулавливающую камеру 18, систему очистки, включающую в себя первую башню накопительных резервуаров, содержащую питающий резервуар 12A1, накопительный резервуар 30 12A2 концентрата, резервуары 12A3 и 12A4 временного размещения разных продуктов, и вторую башню накопительных резервуаров, содержащую резервуары 20B1-B4 реагентов, уничтожающих твердые отложения, для размещения отдельных реагентов.

35 Управляющая система, содержащая контроллер и ряд датчиков, включая датчики давления и расхода, которые отслеживают параметры процесса в

различных точках установки, запускает систему очистки, если определенные параметры процесса отклоняются от заданных пороговых значений.

Экстракт из измельченного сахарного тростника хранится в питающем резервуаре 12А1, который по текучей среде сообщается с охладителем 14.

5 Охладитель 14 содержит охлаждаемый водой змеевик 28 выпарного аппарата для поддержания экстракта при температуре в интервале 20-40°C перед его подачей в распылительную колонну 16. Охладитель 14 также содержит конденсатор 24 на своей холодной стороне, чтобы осуществлять конденсацию воды из воздушного потока, который выходит из каплеулавливающей камеры.

10 Температурой в питающем резервуаре 12А1 можно управлять, чтобы поддерживать экстракт в одном и том же заданном интервале температур. Установлено, что поддержание экстракта в указанном интервале температур препятствует потемнению (или по меньшей мере минимизирует потемнение) чувствительного к температуре экстракта (например, 60% раствора сахарозы). Это
15 исключает необходимость применения извести для отбеливания конечного продукта, которая является нежелательной добавкой, поскольку способствует образованию твердых отложений в технологическом оборудовании, в частности в распылительной колонне 16, на жидкостной стороне конденсатора 24 охладителя и на воздушной стороне охлаждаемого водой змеевика 28 выпарного аппарата.

20 Распылительная колонна 16 расположена ниже по потоку от охладителя 14. Верхняя часть распылительной колонны 16 содержит диспергатор 26, у которого имеется впускное отверстие 30 для обрабатываемой жидкости, для приема и распыления обрабатываемой жидкости в камеру колонны. Нижняя часть распылительной колонны 16 содержит впускное отверстие 32А/В массопередающей
25 среды для подачи воздуха в направлении вверх, чтобы указанный воздух встречался с движущимся вниз экстрактом (см. фиг. 2). Устройство со встречным движением текучих сред оптимизирует массопередачу воды из экстракта в воздушный поток для концентрирования экстракта.

Впускное отверстие 32А массопередающей среды используется, когда на
30 этапе выпаривания используется испарительный заполняющий материал, а впускное отверстие 32В массопередающей среды используется, когда этап выпаривания включает в себя барботирование массопередающей среды через воду.

Когда используется испарительный заполняющий материал, он занимает
35 область С распылительной колонны на фиг. 2.

Вода из экстракта сахарного тростника извлекается в воздушный поток для концентрирования экстракта, который может быть передан для дальнейшей обработки для производства сахара, или в накопительный резервуар 12A2 концентрата для хранения.

5 Распылительная колонна 16 может содержать барботажную тарелку 34 для увлажнения воздуха, подаваемого в распылительную колонну (см. фиг. 1). В данном примере в целях увлажнения воздуха последний в виде пузырьков пропускают через воду с помощью барботажной тарелки.

10 Для приема по меньшей мере части воздушного потока, выходящего из распылительной колонны, между охладителем 14 и распылительной колонной 16 расположена каплеулавливающая камера 18.

Каплеулавливающая камера содержит улавливатель 36 для захвата из выходящего воздушного потока увлеченных этим потоком неиспарившихся капель экстракта сахарного тростника. Это достигается тем, что в улавливателе 36
15 воздушный поток направляется через извилистые (например, зигзагообразные) каналы. Собранный экстракт возвращается в распылительную колонну 16 через выпускные каналы 38A-F. Выпускные каналы 38A-E включают в себя горизонтальные ребра 46, которые направляют выпускаемый экстракт из каплеулавливающей камеры (см. фиг. 3).

20 Очищенный воздушный поток затем направляется в охладитель 14 для уменьшения температуры потока перед тем, как поток будет возвращен в распылительную колонну. Очищенный воздух может быть использован в качестве теплопередающей среды для охлаждения обрабатываемой жидкости в охладителе 14.

25 Удаление капель экстракта сахарного тростника из воздушного потока при помощи каплеулавливающей камеры минимизирует образование твердых отложений в конденсаторе 24 охладителя, в частности образование сахарного налета из увлеченной обрабатываемой жидкости на обдуваемых воздухом ребрах охладителя.

30 Установка 10 также включает в себя управляющую систему, содержащую программируемый логический контроллер (ПЛК) и множество датчиков, расположенных в различных местах установки для отслеживания параметров процесса, включая давление, влажность, температуру, уровень жидкости и расход.

Контроллер принимает сигналы от датчиков и запускает протокол очистки,
35 если давление или расход отклонились от заданного значения / диапазона. В качестве примера, заданными пороговыми величинами являются перепад давления

на охладителе 10 кПа, расход воздуха через распылительную колонну 15 л/мин и расход обрабатываемой жидкости через распылительную колонну 0,25 л/мин.

ПЛК управляет обработкой обрабатываемой жидкости, отслеживает параметры процесса и запускает систему очистки. Контроллер измеряет рост твердых отложений путем обнаружения увеличения перепада давления воздуха или воды на технологическом оборудовании или уменьшения расхода обрабатываемой жидкости, воздуха или воды.

Протокол очистки дает системе очистки указание начать пропускать через установку увлажненный воздух или реагенты для удаления твердых отложений. Указанный протокол может быть настроен на запуск с регулярными интервалами времени независимо от сигналов датчиков.

Датчики PW1 и PW2 давления, датчики VA и VB расхода, датчики Lx уровня жидкости (где x относится к отслеживаемому потоку жидкости), датчики HA1 и HA2 влажности, и датчики TW1, TW2, TA1 и TA2 температуры отслеживают различные части установки и передают сигналы в ПЛК, который запускает протокол очистки, когда результаты измерения выбранных параметров процесса отклоняются от заданного порогового диапазона.

Особо важными датчиками являются датчики PW1 и PW2 давления и датчики VA и VB расхода.

Датчики давления расположены у различных впускных и выпускных жидкостных отверстий распылительной колонны 16 и охладителя 14, чтобы обеспечить вычисление величин разностей давлений. Датчики расхода соответственно расположены в технологических жидкостных, водяных и воздушных магистралях.

Датчики PW1 и PW2 давления установлены для отслеживания перепада давления на охладителе 14. Точнее указанные датчики давления измеряют разность давлений на трубопроводе, подающем экстракт тростникового сахара в охладитель 14. Увеличение давления явилось бы признаком соответствующего увеличения количества твердых отложений, например, роста отложений сахара.

Датчики VA и VB расхода установлены для отслеживания соответствующих расходов экстракта тростникового сахара в распылительной колонне 16. Уменьшение расхода экстракта через распылительную колонну явилось бы признаком соответствующего увеличения количества твердых отложений, которые сокращают действующую площадь сечения для течения жидкости.

Вторая башня накопительных резервуаров содержит резервуары 20B1-B4 для реагентов, уничтожающих твердые отложения. В резервуаре 20B1 хранится

вода (предпочтительно при температуре 35°C), в резервуаре 20B2 хранится раствор уксусной кислоты, в резервуаре 20B3 хранится гидроокись натрия, а в резервуаре 20B4 хранится чистящий раствор (например, нетоксичный мыльный раствор).

5 При запуске протокола очистки один или более чистящих реагентов пропускают циркуляционным образом через охладитель 14 и распылительную колонну 16. Температурой в резервуарах для реагентов, удаляющих твердые отложения, можно управлять, чтобы поддерживать растворы при оптимальной температуре. При рафинировании сахара диапазон оптимальных температур для чистящих реагентов составляет 20-40°C. Более высокие температуры могут быть
10 использованы, если отложения являются особо трудноудаляемыми.

Протокол очистки может включать в себя воздействие ультразвуком на трубопроводы охладителя 14 и распылительной колонны 16.

Система очистки позволяет быстро и эффективно удалять из установки остаточные отложения, обусловленные обрабатываемой жидкостью или другими
15 веществами, например, известью.

Система очистки также позволяет установке справляться с обрабатываемыми жидкостями, содержащими вещества, которые вызывают отложения, такими как известь содержащие растворы тростникового сахара, при этом отложения не оказывают отрицательного влияния на эффективность
20 установки, благодаря ее способности отслеживать, ослаблять и удалять растущие отложения.

Первая башня накопительных резервуаров содержит резервуары 12A3-A4 временного размещения для приема экстракта тростникового сахара, когда запускается протокол очистки или когда требуется взятие пробы обрабатываемой
25 жидкости.

При работе сахарный тростник подвергают дроблению и смешивают с водой, чтобы получился сахаросодержащий экстракт. Экстракт осветляют при отсутствии добавляемой извести, и сохраняют в питающем резервуаре 12A1 до тех пор, пока он не будет готов к обработке.

30 Оптимальные рабочие условия для данного примера приведены ниже в таблице. Представленные условия применимы к условиям во впускном отверстии диспергатора, подающего обрабатываемую жидкость (и к условиям в выпускном отверстии диспергатора), а также к подаче/выпуску воздуха в распылительную колонну / из распылительной колонны.

Параметр процесса	Значение
Давление воздуха	равно наружному
Температура воздуха на входе	20°C
Относительная влажность на входе	95-100%
Температура воздуха на выходе	30°C
Относительная влажность на выходе	95-100%
Расход воздуха	250 л/с
Температура жидкости на входе	34°C
Температура жидкости на выходе	30°C
Расход жидкости	15 л/мин
Давление подаваемой воды	140 кПа

Во время обработки производится закачка экстракта в охладитель 14, устроенный по принципу системы ОВиК. Экстракт охлаждают до температуры приблизительно 30-50°C, предпочтительно 40°C, когда экстракт проходит через змеевик 28 выпарного аппарата. Данный температурный диапазон лежит ниже максимальной температуры, которую может выдержать подаваемая жидкость, прежде чем произойдет разложение или потемнение экстракта в жидкости. В идеальном случае экстракт охлаждают до температуры приблизительно 30°C.

Как вариант охладитель 14 может быть заменен теплообменником, у которого есть функция нагревания и охлаждения. При таком исполнении, если экстракт, поступающий в теплообменник, имеет температуру более низкую, чем заданная температура, теплообменник нагревает экстракт до заданной температуры.

Затем экстракт подают во впускное отверстие 30 диспергатора 26, расположенного в верхней части распылительной колонны 16, и распыляют вниз в поток увлажненного воздуха, в камеру распылительной колонны 16. Поток увлажненного воздуха создают путем образования воздушных пузырьков из воздушного потока, поступающего в распылительную колонну через впускное отверстие 32А массопередающей среды, проходящего через барботажную тарелку 34 из нержавеющей стали, содержащую множество отверстий диаметром 1 мм, и попадающего в поток воды, которая подается насосом в распылительную колонну 16.

При противоточном движении экстракт и поток увлажненного воздуха встречаются друг с другом, что вынуждает воду из экстракта переходить в воздушный поток, и вызывает концентрирование экстракта. В лабораторной установке с производительностью 250 л/сутки испарение воды из экстракта происходит со скоростью приблизительно 0,17 л/мин. Концентрированный раствор сахара покидает распылительную колонну через выпускное отверстие 31 для

обрабатываемой жидкости, и либо передается в накопительный резервуар 12A2 для концентрата, либо направляется для дальнейшей обработки, в то время как увлажненный воздух выходит из распылительной колонны через выпускное отверстие 33 массопередающей среды.

5 Часть увлажненного воздуха (поток 40) может быть очищена и возвращена в распылительную колонну через охладитель 14. Воздушный поток 40 направляется во впускное отверстие 42 каплеулавливающей камеры и в улавливатель 36. В улавливателе увлеченный раствор сахара, удаленный из потока увлажненного воздуха, возвращается в распылительную колонну для повторной обработки, в то
10 время как очищенный воздух выходит из отверстия 44 и поступает в конденсатор 28 охладителя 14. Данный очищенный воздух может быть использован для охлаждения обрабатываемой жидкости в охладителе, прежде чем будет возвращен в распылительную колонну для повторного использования в качестве массопередающей среды.

15 Улавливатель каплеулавливающей камеры используется, в частности, для уменьшения твердых отложений в конденсаторе 24, когда воздушный поток циркулирует через охладитель 14.

 Согласно одному примеру, контроллер (ПЛК) запускает протокол очистки, когда падение давления на охладителе 14 увеличивается выше 10 кПа, расход
20 воздуха через распылительную колонну 16 падает ниже 15 л/мин или расход обрабатываемой жидкости через распылительную колонну 16 падает ниже 0,25 л/мин.

 В зависимости от параметра процесса, который запускает протокол очистки, контроллер (ПЛК) может выполнить ряд этапов для очистки соответствующих
25 участков установки.

 Например, если пусковым параметром является расход воды, то ПЛК производит очистку водяной линии распылительной колонны путем управления клапанами установки, чтобы перекачать обрабатываемую жидкость из распылительной колонны в один или в оба резервуара 12A3-A4 временного
30 размещения, прежде чем высвободить соответствующий реагент, уничтожающий отложения, из соответствующего накопительного резервуара для его циркуляции через распылительную колонну для удаления отложений.

 Реагент, уничтожающий отложения, подвергают циркуляции в распылительной колонне в течение 10 мин или до тех пор, пока расход воды не
35 вернется в интервал, определяемый пороговыми значениями. Как только данное требование оказывается выполненным, контроллер (ПЛК) деактивирует систему

очистки, и переключается обратно на процесс прокачки обрабатываемой жидкости через установку. Перед тем как ПЛК переключится на прокачку обрабатываемой жидкости, предпочтительно выполнить цикл промывки водой, чтобы удалить реагент, уничтожающий отложения, из установки.

5 Если пусковым параметром является расход воздуха, то ПЛК производит очистку воздушной магистрали распылительной колонны путем управления клапанами установки, чтобы перекачать обрабатываемую жидкость из распылительной колонны в резервуары 12A3-A4 временного размещения, прежде чем будет выполнено циркуляционное пропускание воздуха через распылительную
10 колонну в течение 10 мин, или до тех пор пока расход воздуха не вернется в интервал, определяемый пороговыми значениями. Как только данное требование оказывается выполненным, контроллер (ПЛК) деактивирует систему очистки, и переключается обратно на процесс прокачки обрабатываемой жидкости через
15 установку. Перед тем как ПЛК переключится на прокачку обрабатываемой жидкости, предпочтительно выполнить цикл промывки водой, чтобы удалить реагент, уничтожающий отложения, из установки.

Согласно другому примеру, протокол очистки включает в себя однократное в сутки выполнение цикла промывки (в течение 10 мин водой с температурой 22°C при расходе 30 л/мин (двойной расход)). Установлено, что такой цикл промывки
20 снижает увеличение давления в охладителе 14, вызванное отложениями, с 66 кПа до 60 кПа при минимальном прерывании работы (оперативное время составляет 96,5%).

Чтобы продемонстрировать эффективность системы очистки, на примере процесса концентрирования ненасыщенного (разведенного) сахарного сиропа для
25 случая рыночного сахара-сырца или промышленного несъедобного фильтрационного осадка (sugar cake), производили извлечение воды из питающего потока 145 л/мин 12% сахарозы со скоростью 120 л/сутки, чтобы получить 25 л 65% концентрата сахарозы; при этом не происходило никакого необратимого закупоривания установки 10. В указанном процессе было получено хорошее
30 качество сахарного концентрата и вытекающего потока воды. Были осуществлены более 30 суточных циклов, которые дали небольшое, но значимое количество отложений (толщиной несколько миллиметров в трубе диаметром 25 мм, что было достаточно, чтобы вызвать падение расхода воды от 18 до 16 л/мин). Протокол очистки, в котором использовалась один или более видов воды (при разных
35 температурах) и пищевая уксусная кислота, убирал отложения и восстанавливал

расход до 18 л/мин (толщина отложений уменьшалась до 0 мм в пределах погрешности измерения расхода).

Согласно другому примеру, по завершении 3-суточного непрерывного процесса выпаривания (осуществлялся 24 часа в сутки) давление воздуха в охладителе увеличивалось от 60 до 66 кПа. Протокол очистки возвращал увеличенное давление на уровень 60 кПа за 5-10 мин.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ концентрирования обрабатываемой жидкости, содержащей несущую жидкость, включающий в себя:

5 (a) поддержание обрабатываемой жидкости при заданном температурном значении / в заданном температурном диапазоне;

(b) выпаривание несущей жидкости из обрабатываемой жидкости для получения концентрированной обрабатываемой жидкости;

10 (c) отслеживание по меньшей мере одного параметра процесса этапов (a) или (b) для обнаружения твердых отложений, образуемых либо на этапе (a), либо на этапе (b); и

(d) запуск протокола очистки, если параметр процесса отклонился от заданного значения / диапазона, для уменьшения количества образовавшихся твердых отложений.

15 2. Способ по п. 1, в котором этап (a) включает в себя подачу обрабатываемой жидкости в теплообменник для поддержания обрабатываемой жидкости при заданном температурном значении / в заданном температурном диапазоне.

20 3. Способ по п. 1 или 2, в котором этап (b) включает в себя подачу обрабатываемой жидкости из теплообменника в выпарной аппарат.

25 4. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором этап (b) включает в себя нагревание несущей жидкости без использования внешнего теплового источника.

30 5. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором этап (b) включает в себя непосредственный контакт обрабатываемой жидкости с массопередающей средой.

6. Способ по п. 5, включающий в себя этап увлажнения массопередающей среды перед ее контактом с обрабатываемой жидкостью.

35 7. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором этап (b) включает в себя рапыление обрабатываемой жидкости на испарительный

заполняющий материал, и направление воздушного потока сквозь испарительный заполняющий материал в противоположном направлении.

5 8. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором этап (с) включает в себя отслеживание перепада давления на теплообменнике.

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором этап (с) включает в себя отслеживание расходов текучих сред через выпарной аппарат.

10 10. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором этап (d) включает в себя запуск протокола очистки, если указанное давление или расход отклонились от заданного значения / диапазона, для уменьшения количества твердых отложений в теплообменнике или выпарном аппарате.

15 11. Способ по любому из предшествующих пунктов, включающий в себя повторное использование части массопередающей среды, выходящей из выпарного аппарата.

20 12. Способ по любому из предшествующих пунктов, включающий в себя направление части выходящей массопередающей среды в каплеулавливающую камеру для удаления увлеченной обрабатываемой жидкости перед возвратом массопередающей среды в выпарной аппарат.

25 13. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором протокол очистки включает в себя циркуляционное пропускание раствора, уничтожающего твердые отложения, через одно или более обрабатывающих устройств, используемых в рассматриваемом способе.

30 14. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором протокол очистки включает в себя подвергание жидкостных трубопроводов теплообменника или выпарного аппарата воздействию ультразвука.

15. Способ получения сахарного концентрата из сахарного тростника, включающий в себя:

35 (a) получение сахаросодержащего экстракта из сахарного тростника;

(b) поддержание экстракта при заданном температурном значении / в заданном температурном диапазоне;

(c) осветление экстракта при отсутствии добавляемой извести;

(d) выпаривание воды из экстракта для образования сахарного концентрата;

5 (e) отслеживание параметра процесса на этапе (b) или (d) для обнаружения твердых отложений, образующихся либо на этапе (b), либо на этапе (d); и

(f) запуск протокола очистки, если указанный параметр процесса отклонился от заданного значения / диапазона, для уменьшения количества образовавшихся твердых отложений.

10

16. Способ по п. 15, в котором этап (a) включает в себя измельчение сахарного тростника для получения сахаросодержащего экстракта.

15 17. Способ по п. 15 или 16, в котором экстракт поддерживают при максимальной температуре 20-40°C.

18. Установка для концентрирования обрабатываемой жидкости, содержащей несущую жидкость, включающая в себя:

20 - теплообменник для поддержания обрабатываемой жидкости при заданном температурном значении / в заданном температурном диапазоне;

- выпарной аппарат, имеющий сообщение по текучей среде с теплообменником для приема обрабатываемой жидкости и выпаривания несущей жидкости из обрабатываемой жидкости для получения концентрата;

25 - по меньшей мере один датчик для отслеживания параметра процесса в теплообменнике или выпарном аппарате для обнаружения твердых отложений в теплообменнике или выпарном аппарате;

- систему очистки для уменьшения количества твердых отложений в установке; и

30 - контроллер, выполненный с возможностью приема сигналов от датчика или ручной команды от пользователя для запуска системы очистки, если указанный параметр процесса отклонился от заданного значения / диапазона.

19. Установка по п. 18, содержащая один или более датчиков давления для отслеживания перепада давления на теплообменнике.

35

20. Установка по п. 18 или 19, содержащая датчик расхода для отслеживания расхода массопередающей среды или обрабатываемой жидкости через выпарной аппарат.

5 21. Установка по любому из п.п. 18-20, содержащая каплеулавливающую камеру для приема по меньшей мере части массопередающей среды, поступающей из выпарного аппарата, для удаления увлеченной обрабатываемой жидкости, и образования потока очищенной массопередающей среды, возвращаемой в выпарной аппарат.

10

22. Установка по любому из п.п. 18-21, в которой выпарной аппарат содержит барботажную тарелку для содействия увлажнению массопередающей среды перед вступлением последней в контакт с обрабатываемой жидкостью.

15 23. Установка по любому из п.п. 18-22, содержащая устройство ультразвуковой обработки для очистки теплообменника и / или выпарного аппарата.

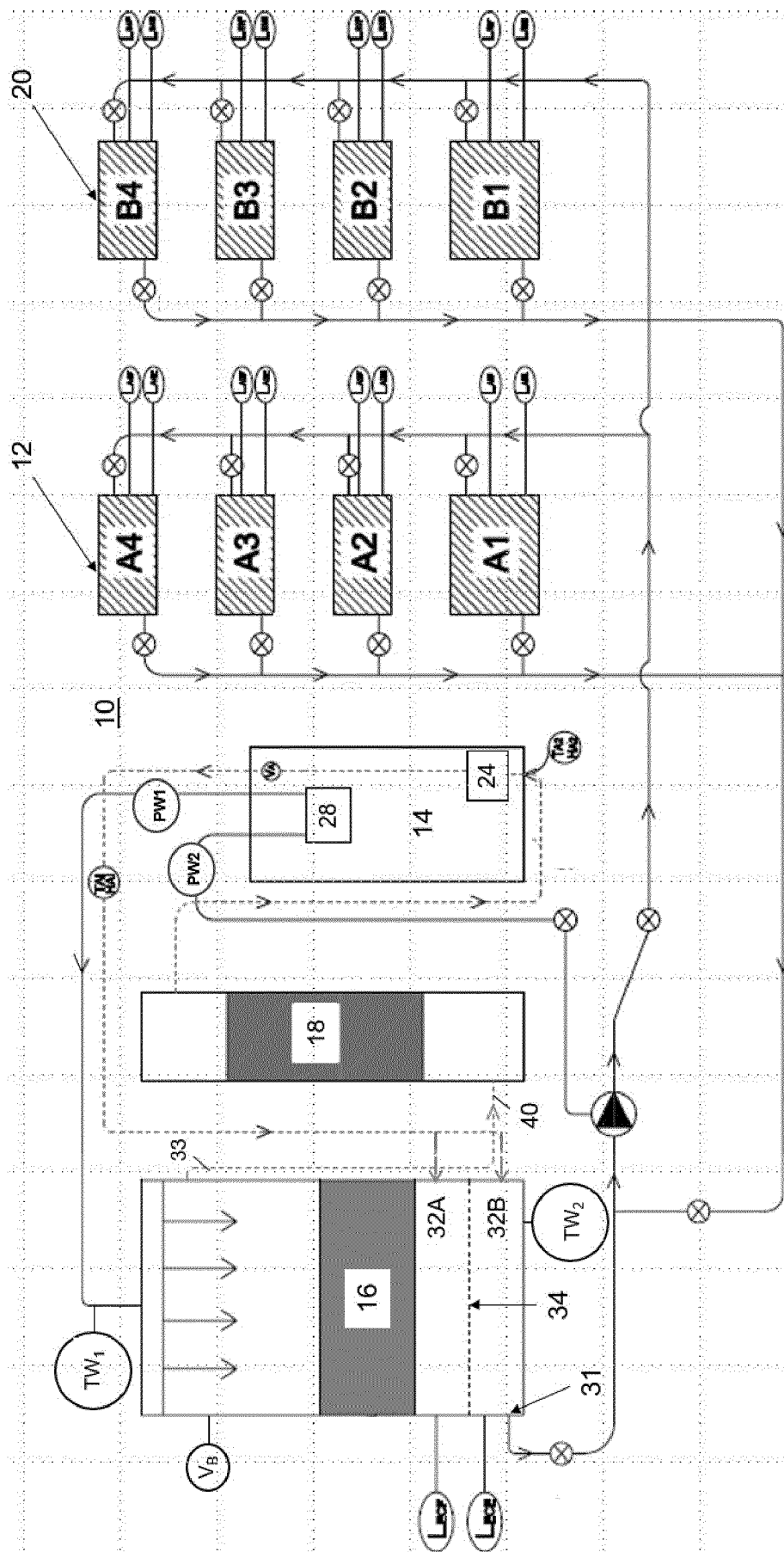


Figure 1

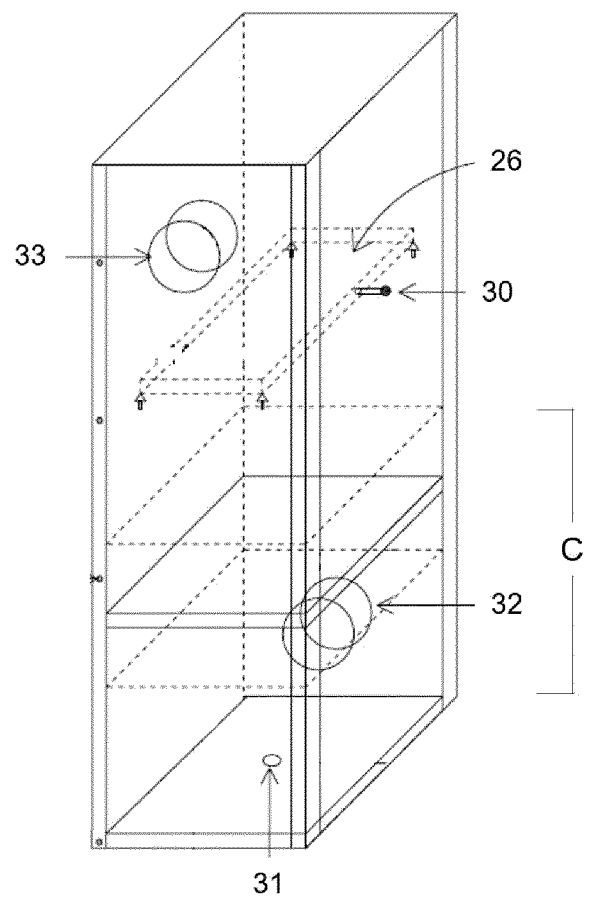


Figure 2

