



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 142 580<sup>(13)</sup> C1

(51) МПК<sup>6</sup> F 04 F 5/54

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98102482/06, 13.02.1998

(24) Дата начала действия патента: 13.02.1998

(46) Дата публикации: 10.12.1999

(56) Ссылки: RU 2088842 C1, 27.08.97. SU 1332085 A, 23.08.87. SU 1239419 A, 23.06.86. SU 918573 A, 07.04.82. DE 1092044 A, 03.11.60.

(98) Адрес для переписки:  
103009, Москва, Леонтьевский пер., д.11,  
кв.10, Фисенко В.В.

(71) Заявитель:  
Фисенко Владимир Владимирович

(72) Изобретатель: Фисенко В.В.

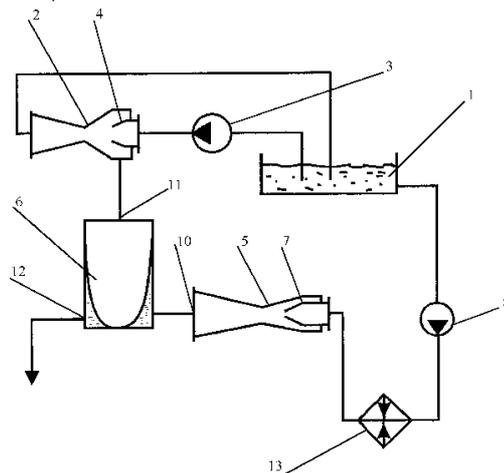
(73) Патентообладатель:  
Фисенко Владимир Владимирович

(54) СПОСОБ СТРУЙНОЙ ДЕАЭРАЦИИ И СТРУЙНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

(57) Реферат:

Изобретение предназначено для деаэрации жидких сред. В установке вакуумный деаэратор выполнен в виде дегазирующего струйного аппарата. Установка снабжена циклоном, нагревателем и подающим насосом. Подающий насос входом подключен к источнику деаэрируемой жидкости. Сопло струйного аппарата подключено к нагревателю, который в свою очередь подключен к выходу из подающего насоса. Выход струйного аппарата подключен к входу в циклон, который газовым выходом подключен к газовому входу жидкостно-газового струйного аппарата, а выходом жидкости - к потребителю деаэрированной жидкости. Зону пониженного давления создают в дегазирующем струйном аппарате. В последнем создают зону пониженного давления с образованием развитой поверхности газовыделения и формированием газопарожидкостного потока с объемным газопаросодержанием в смеси не менее 0,3 и переводом потока смеси на сверхзвуковой режим течения. Затем в дегазирующем струйном аппарате организуют скачок давления с преобразованием в нем

потока в жидкостной при объемном газосодержании не более 0,70. После этого жидкостной поток подают в циклон, в котором формируют зону пониженного давления, в которую отводят газ из деаэрируемой жидкости. В результате повышается эффективность деаэрации жидкости. 2 с.п.ф-лы, 1 ил.



RU 2 142 580 C1

RU 2 142 580 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 142 580** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>6</sup> **F 04 F 5/54**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98102482/06, 13.02.1998  
 (24) Effective date for property rights: 13.02.1998  
 (46) Date of publication: 10.12.1999  
 (98) Mail address:  
 103009, Moskva, Leont'evskij per., d.11,  
 kv.10, Fisenko V.V.

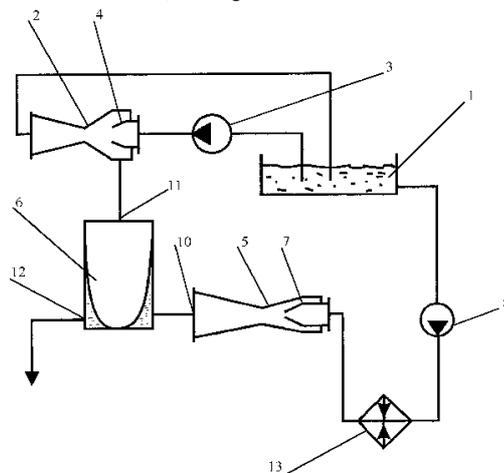
(71) Applicant:  
 Fisenko Vladimir Vladimirovich  
 (72) Inventor: Fisenko V.V.  
 (73) Proprietor:  
 Fisenko Vladimir Vladimirovich

(54) FLUID-JET DEAERATION METHOD AND JET-TYPE DEAERATION UNIT

(57) Abstract:

FIELD: deaeration of liquid media.  
 SUBSTANCE: vacuum deaerator of unit is, essentially, degassing jet-type apparatus. Unit has cyclone, heater, and feed pump. Inlet of the latter is connected to heater which, in its turn, is connected to outlet of feed pump. Outlet of jet-type apparatus is connected to inlet of cyclone whose gas outlet is connected to gas inlet of liquid-gas jet-type apparatus and fluid outlet, to deaerated liquid user. Low-pressure zone is organized in degassing jet-type apparatus to form developed gas-liberation surface and gas-steam-liquid flow with volume content of gas and steam in mixture being at least 0.8 and to transfer mixture stream to supersonic flow conditions. Then pressure within degassing jet-type apparatus is abruptly raised with gas flow converted into liquid flow at volume gas content not over 0.70. After that, liquid stream is passed to cyclone

wherein low- pressure zone is organized to receive gas from liquid being deaerated.  
 EFFECT: improved efficiency of liquid deaeration. 2 cl, 1 dwg



RU 2 142 580 C1

RU 2 142 580 C1

Изобретение относится к области струйной техники, преимущественно к использованию струйных аппаратов для деаэрации жидких сред, преимущественно питательной воды энергоустановок.

Известен способ деаэрации жидких сред, включающий подачу жидкости на деаэрацию в вакуумный деаэратор и последующее разделение в нем поданной на деаэрацию жидкости на деаэрированную жидкость и выделенный из нее газ с отводом из вакуумного деаэратора газа и дегазированной жидкости (см., RU, патент, 2040942, опубл. 09.08.95).

Из этого же патента Российской Федерации 2040942 известна установка для деаэрации жидкости, содержащая емкость под вакуумом с выполненными в ней трубой с клапаном для подвода жидкости на дегазацию, систему профилированных лотков для обеспечения разделения дегазированной жидкости и выделившегося газа и системы отвода выделившегося газа и дегазированной жидкости на базе струйных аппаратов.

Однако данный деаэратор имеет сложную конструкцию и требует специальных средств для подачи в него жидкости на деаэрацию и средств для откачки из него дегазированной жидкости и выделившегося из нее газа, что делает данные способ и установку экономически мало привлекательными.

Наиболее близким к описываемому по технической сущности и достигаемому результату является способ струйной деаэрации, включающий подачу жидкости на деаэрирование, создание зоны пониженного давления и последующие отвод деаэрированной жидкости и откачку струйным аппаратом выделившегося газа (см., RU, патент, 2088842, опубл. 27.08.97).

Из этого же патента Российской Федерации известна установка для деаэрирования жидкости, содержащая источник деаэрируемой жидкости, вакуумный деаэратор, жидкостно-газовый струйный аппарат и насос, при этом вакуумный деаэратор подключен к источнику деаэрируемой жидкости, насос входом и жидкостно-газовый струйный аппарат выходом подключены к источнику деаэрируемой жидкости и выходом насос подключен к соплу жидкостно-газового струйного аппарата.

Данные способ деаэрации подпиточной жидкости и установка для его осуществления позволяют проводить деаэрацию подпиточной воды в сочетании с ее химической очисткой. Однако в данных способе и установке эффективно используется только один из компонентов, который позволяет деаэрировать воду - пониженное давление над жидкостью. В тоже время недостаточная развитость поверхности воды в момент ее дегазации и малоподвижное состояние воды в момент дегазации снижают эффективность данных способов и установки подготовки подпиточной воды.

Задачей, на решение которой направлено настоящее изобретение, является повышение эффективности деаэрации жидкости путем резкого увеличения поверхности газовыделения жидкости и формирования условий для быстрого отвода выделившегося из жидкости газа при уменьшении материалоемкости установки для деаэрации

жидкости, в которой реализован данный способ деаэрации.

Данная задача решается за счет того, что в способе струйной дегазации, включающем подачу жидкости на деаэрирование, создание зоны пониженного давления и последующие отвод деаэрированной жидкости и откачку жидкостно-газовым струйным аппаратом выделившегося газа, зону пониженного давления создают в дегазирующем струйном аппарате путем подачи под напором в сопло нагретой деаэрируемой жидкости, при этом за счет расширения жидкости, за выходным сечением сопла создают зону пониженного давления с образованием развитой поверхности газовыделения из деаэрируемой жидкости, формированием газопарожидкостного потока с объемным газопаросодержанием в смеси не менее 0,8 и переводом за счет этого парогазожидкостной смеси на сверхзвуковой режим течения, затем в парожидкостном струйном аппарате организуют скачок давления с преобразованием в нем туманоподобной парогазожидкостной смеси перед скачком давления в жидкостной поток с пузырьками газа за скачком давления при объемном газосодержании в смеси не более 0,7, после чего жидкостной поток с пузырьками газа подают в циклон, в котором путем откачки газа жидкостно-газовым струйным аппаратом и закрутки жидкостного потока с пузырьками газа формируют зону пониженного давления, в которую организуют отвод выделившегося из деаэрируемой жидкости газа.

Решаемая задача решается также за счет того, что в струйной установке для деаэрирования жидкости, содержащей источник деаэрируемой жидкости, вакуумный деаэратор, жидкостно-газовый струйный аппарат и циркуляционный насос, последний входом и жидкостно-газовый струйный аппарат выходом подключены к источнику деаэрируемой жидкости и выходом циркуляционный насос подключен к соплу жидкостно-газового струйного аппарата, вакуумный деаэратор выполнен в виде дегазирующего струйного аппарата, а установка снабжена циклоном, нагревателем и подающим насосом, при этом подающий насос входом подключен к источнику деаэрируемой жидкости, сопло дегазирующего струйного аппарата подключено к нагревателю, который в свою очередь подключен к выходу подающего насоса, выход дегазирующего струйного аппарата подключен к входу в циклон, который газовым выходом подключен к газовому входу жидкостно-газового струйного аппарата, а выходом жидкости - к потребителю деаэрированной жидкости.

Как показали проведенные исследования, организация процесса дегазирования жидкости оказывает существенное влияние на эффективность протекания процесса деаэрации жидкости.

Если рассмотреть какую либо точку в объеме жидкости, то, кроме условия равновесия между давлением окружающей жидкости среды и внутренним давлением жидкости, на эту точку в массе жидкости действует также гидростатическое давление столба жидкости и чем глубже расположена рассматриваемая точка, тем это давление выше. Поэтому в обычных условиях удалить

газ из нижних слоев жидкости труднее, чем с поверхности. Кривая растворимости отвечает теоретически условию равновесия в поверхностном слое. Поэтому при создании деаэраторов и разработке способов их работы существует стремление к максимальному развитию поверхности дегазируемой жидкости. Кроме того, приходится учитывать тот факт, что в сложных условиях работы деаэратора при одновременном воздействии на жидкость динамических факторов, таких, например, как скорость и режим течения жидкости с учетом неравномерности распределения температуры и давления в объеме деаэратора практически не работает закон Генри, выражающий прямую пропорциональность между количеством растворенного в жидкости газа и парциальным давлением этого газа над поверхностью жидкости.

В то же время была установлена четкая зависимость между сжимаемостью жидкости и ее растворяющей способностью - чем большей сжимаемостью обладает жидкость, тем большей растворяющей способностью она обладает. Таким образом, максимум показателя изэнтропии отвечает минимуму растворяющей способности жидкости, а качество газоудаления в решающей степени зависит от двух определяющих факторов: однородности среды по температуре и величины поверхности газовой выделения. В этой связи становится понятным, что выполнение вакуумного деаэратора в виде дегазирующего струйного аппарата с созданием в нем высокоразвитой поверхности газовой выделения в зоне пониженного давления позволяет резко активизировать процессы дегазации, а в сочетании с формированием в скачке давления жидкостного потока с газовыми пузырьками позволяет создать предпосылки для последующего облегченного отделения газа от дегазированной жидкости непосредственно за дегазирующим струйным аппаратом в циклоне.

Не менее важное значение оказывают обеспечиваемые в дегазирующем струйном аппарате режимные параметры, а именно режимы газосодержания на различных этапах деаэрации жидкости. Было установлено, что достижение при расширении горячей жидкости развитой поверхности газовой выделения из деаэрируемой жидкости обеспечивается при формировании газопарожидкостного потока с объемным газопаросодержанием в смеси не менее 0,8 и переводом за счет этого парогазожидкостной смеси на сверхзвуковой режим течения. Кроме того, важно обеспечить за скачком давления формирование жидкостного потока с газовыми пузырьками с объемным газосодержанием в смеси не более 0,70, что позволяет создать условия в циклоне для достаточно легкого удаления из жидкости газа и при этом не дать развиться процессу обратного растворения газа в жидкости, что могло бы снизить эффективность проводимого процесса деаэрации.

И последнее, на что необходимо обратить внимание - это достижение возможности обеспечить газоотделение без потерь дегазируемой жидкости на испарение и, как следствие, уменьшение энергозатрат на проведение процесса деаэрирования и

уменьшение материалоемкости установки для проведения процесса деаэрации. Эта особенность способа и установки заключается в том, что в процессе формирования развитой поверхности для дегазации жидкости неизбежно идет параллельный процесс парообразования, что раньше требовало использования специального оборудования для проведения процесса конденсации этих паров. В нашем случае следующий за процессом газовой выделения скачок давления вызывает сжатие парогазовой составляющей потока с формированием пузырьковой формы газовой составляющей потока и конденсацией в процессе сжатия газа паровой составляющей потока. В результате в циклон поступает газожидкостный поток с пузырьковой формой газовой составляющей, что и позволяет в циклоне обеспечить быстрое и эффективное отделение газа от жидкости.

Использование в установке деаэрации дегазирующего струйного аппарата в качестве вакуумного деаэратора в сочетании с циклоном, нагревателем и жидкостно-газовым струйным аппаратом для откачки газа и создания пониженного давления в циклоне позволило в сочетании с обеспечением требуемых последовательности действий и режимных параметров создать законченный технологический цикл деаэрации от забора недеаэрированной жидкости до подачи деаэрированной жидкости потребителю, например в паровой котел энергоустановки.

На чертеже представлена принципиальная схема струйной установки для деаэрирования жидкости, в которой реализован способ струйной деаэрации.

Струйная установка для деаэрирования жидкости содержит источник 1 деаэрируемой жидкости, вакуумный деаэратор, жидкостно-газовый струйный аппарат 2 и циркуляционный насос 3, при этом циркуляционный насос 3 входом и жидкостно-газовый струйный аппарат 2 выходом подключены к источнику 1 деаэрируемой жидкости и выходом насос 3 подключен к соплу 4 жидкостно-газового струйного аппарата 2.

Вакуумный деаэратор выполнен в виде дегазирующего струйного аппарата 5, а установка снабжена циклоном 6, подающим насосом 8 и нагревателем 13, при этом подающий насос 8 входом подключен к источнику 1 деаэрируемой жидкости, сопло 7 дегазирующего струйного аппарата 5 подключено к нагревателю 13, который в свою очередь подключен к выходу из подающего насоса 8, выход 10 дегазирующего струйного аппарата 5 подключен к входу в циклон 6, который газовым выходом 11 подключен к газовому входу жидкостно-газового струйного аппарата 2, а выходом жидкости 12 - к потребителю деаэрированной жидкости, например к паровому котлу энергоустановки, или какому-либо другому потребителю.

Способ струйной деаэрации реализуется следующим образом.

Деаэрируемая жидкость из источника 1 подается насосом 8 в нагреватель 13 и далее в сопло 7 дегазирующего струйного аппарата 5. Деаэрируемая нагретая жидкость, истекая из сопла 7, расширяется и создает за выходным сечением сопла 7 зону пониженного давления, в которой образуется

развитая поверхность газовыделения из деаэрируемой жидкости с формированием газопарожидкостного потока с объемным газопаросодержанием в смеси не менее 0,8 и переводом за счет этого парогазожидкостного потока на сверхзвуковой режим течения (как следствие снижения скорости звука в двухфазной жидкостной смеси). Затем в проточной части дегазирующего струйного аппарата 5 организуют скачок давления. При этом туманоподобный парогазожидкостной поток в скачке давления преобразуется в жидкостной поток с пузырьками газа при объемном газосодержании в смеси не более 0,70. Сразу после этого жидкостной поток с пузырьками газа подают из дегазирующего струйного аппарата 5 в циклон 6, где жидкостной поток с пузырьками газа интенсивно закручивают, например путем подачи потока в циклон 6 через тангенциальный вход. Одновременно, путем подачи циркуляционным насосом 3 жидкости из источника 1 в сопло 4 жидкостно-газового струйного аппарата 2, обеспечивают откачку газа из циклона 6 и создание в нем пониженного давления, что в сочетании в закруткой потока обеспечивает интенсивный отвод газовых пузырьков на поверхность раздела жидкость-газ и вывод выделившегося газа из циклона 6. Полученная в жидкостно-газовом струйном аппарате 2 газожидкостная смесь поступает из струйного аппарата 2 в источник 1 деаэрируемой жидкости, например бак, где газ отделяется от жидкости, а жидкость вновь поступает в технологический цикл деаэрации.

Таким образом, реализуется управляемый и контролируемый процесс деаэрации жидкой среды, например воды, в соответствии с описываемым способом струйной деаэрации.

#### Формула изобретения:

1. Способ струйной деаэрации, включающий подачу жидкости на деаэрирование, создание зоны пониженного давления и последующие отвод деаэрированной жидкости и откачку жидкостно-газовым струйным аппаратом выделившегося газа, отличающийся тем, что зону пониженного давления создают в дегазирующем струйном аппарате путем

5 подачи под напором в этот струйный аппарат нагретой деаэрируемой жидкости, при этом за счет расширения деаэрируемой жидкости создают зону пониженного давления с образованием в процессе расширения жидкости развитой поверхностью газовыделения из деаэрируемой жидкости, формированием газопарожидкостного потока с объемным газопаросодержанием в смеси не менее 0,8 и переводом за счет этого газопарожидкостной смеси на сверхзвуковой режим течения, затем в дегазирующем струйном аппарате организуют скачок давления с преобразованием в нем парогазожидкостной смеси перед скачком давления в жидкостной поток с пузырьками газа за скачком давления при объемном газосодержании в смеси не более 0,70, после чего жидкостной поток с пузырьками газа подают в циклон, в котором путем откачки газа жидкостно-газовым струйным аппаратом и закрутки жидкостного потока с пузырьками газа формируют зону пониженного давления, в которую организуют отвод выделившегося из дегазируемой жидкости газа.

2. Струйная установка для деаэрирования жидкости, содержащая источник деаэрируемой жидкости, вакуумный деаэратор, жидкостно-газовый струйный аппарат и циркуляционный насос, при этом циркуляционный насос входом и жидкостно-газовым струйным аппаратом выходом подключены к источнику деаэрируемой жидкости и выходом циркуляционный насос подключен к соплу жидкостно-газового струйного аппарата, отличающаяся тем, что вакуумный деаэратор выполнен в виде дегазирующего струйного аппарата, а установка снабжена циклоном, нагревателем и подающим насосом, при этом подающий насос входом подключен к источнику деаэрируемой жидкости, сопло дегазирующего струйного аппарата подключено к нагревателю, который, в свою очередь, подключен к выходу из подающего насоса, выход дегазирующего струйного аппарата подключен к входу в циклон, который газовым выходом подключен к газовому входу жидкостно-газового струйного аппарата, а выходом жидкости - к потребителю деаэрированной жидкости.

50

55

60