



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2012112105/06, 29.03.2012**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.03.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **29.03.2012**(45) Опубликовано: **27.09.2013** Бюл. № 27(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2402491 C1, 27.09.2010. RU 2373456 C1, 20.11.2009. RU 2300050 C1, 27.09.2010. SU 1183778 A, 07.10.1985. JP 54081442 A, 28.06.1979.**

Адрес для переписки:

**125499, Москва, ул. Лавочкина, 16, корп.1,
кв.242, Б.А. Зимину**

(72) Автор(ы):

Зимин Борис Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Зимин Борис Алексеевич (RU)**(54) УНИВЕРСАЛЬНАЯ ВАКУУМНО-АТМОСФЕРНАЯ ДЕАЭРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области теплоэнергетики и может быть использовано для термической деаэрации питательной воды паровых котлов и подпиточной воды тепловых сетей, а также для деаэрации воды, используемой в химической и других технологиях. Деаэрационная установка содержит бак-аккумулятор деаэрированной воды, центробежно-вихревой деаэратор ДЦВ (первую ступень деаэрации), капельный деаэратор КД (вторую ступень деаэрации), подогреватель деаэрируемой воды

(поверхностный или контактный). Паропровод, подводящий греющий пар к ДЦВ, контактный охладитель выпара (ОВК), бак сбора охлаждающей воды (БОВ). Новым в установке является то, что в качестве контактного охладителя выпара ОВК используется центробежно-вихревой эжектор - ЦВЭ в паре с циклоном-сепаратором. Это позволяет упростить систему конденсации водяных паров выпара и обеспечения вакуума в вакуумной деаэрационной установке. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 494 308 C1

RU 2 494 308 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2012112105/06, 29.03.2012**

(24) Effective date for property rights:
29.03.2012

Priority:

(22) Date of filing: **29.03.2012**

(45) Date of publication: **27.09.2013 Bull. 27**

Mail address:

**125499, Moskva, ul. Lavochkina, 16, korp.1,
kv.242, B.A. Ziminu**

(72) Inventor(s):

Zimin Boris Alekseevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Zimin Boris Alekseevich (RU)

(54) GENERAL-PURPOSE VACUUM ATMOSPHERIC DEAERATION PLANT

(57) Abstract:

FIELD: power industry.

SUBSTANCE: deaeration plant includes a deaerated water storage tank, centrifugal vortex deaerator CVD, (the first deaeration stage), drip deaerator DD (the second deaeration stage), and a surface or contact deaerated water heater). A steam line supplying heating steam to CVD, contact vapour condenser (CVC), and a cooling water collection tank

(CWT). A new feature of the plant design is that centrifugal vortex ejector - CVE in pair with a cyclone-separator is used as a contact vapour condenser CVC.

EFFECT: simpler condensation system of flash steam water vapours and providing vacuum in a vacuum deaeration plant.

3 cl, 3 dwg

R U 2 4 9 4 3 0 8 C 1

R U 2 4 9 4 3 0 8 C 1

Изобретение относится к области энергетики и может быть использовано для термической деаэрации подпиточной воды тепловых сетей и питательной воды паровых котлов.

5 Наибольшее распространение в энергетике России для деаэрации подпиточной воды теплосети получили атмосферные деаэраторы струйного и струйно-барботажного типа ДА и ДСА и вакуумные деаэраторы типа ДВ и ДСВ. (см. Л.1, стр.49, рис.23 и рис.24 И.И. Оликер «Термическая деаэрация воды в отопительно-производственных котельных и тепловых сетях». Издательство литературы по
10 строительству. Ленинград 1972.) и струйно-барботажного типа (Л.1, стр.54, 55, рис.27, 28).

Деаэрационные установки струйно-барботажного типа имеют много недостатков, приводящих к их неудовлетворительной работе:

1. Требуют большого удельного выпара. При нормативном выпаре (1,5-2,0 кг на тонну деаэрированной воды для атмосферных деаэраторов и 5 кг/т.д.в. - для вакуумных) резко падает качество деаэрации.

2. Требуют обязательной подачи пара в деаэратор. Не могут работать на «начальном эффекте» (без подачи греющей деаэрирующей среды). При этом конденсат, образованный при конденсации греющего пара уходит в теплосеть и пропадает для использования в паровых котлах и его приходится компенсировать дорогостоящей обессоленной водой.

3. Имеют малую глубину регулирования производительности.

4. Имеют большую металлоемкость.

5. При пуске наблюдаются сильные гидроудары.

Указанные недостатки устранены в деаэрационных установках с центробежновихревыми деаэраторами (ДЦВ) конструкции Зимина Б.А., защищенного Патентом РФ №2131555 «Деаэратор (тепломассообменник)». Таковы деаэрационные
30 установки, защищенные Патентами РФ №№1454781; 2242672; 2300050; 2373456; 2400432; 2402491. Они могут работать атмосферном режиме, если труба отвода выпара после охладителя выпара соединена с атмосферой, и в вакуумном режиме, если труба выпара соединена с эжектором. (О работе деаэрационных установок с деаэратором ДЦВ см. приложение-отзыв ТЭЦ-9 «Иркутскэнерго» и публикации в
35 журналах):

Л.2. Зимин Б.А. Опыт реконструкции деаэрационных установок // Промышленная энергетика. 1999. №11. С.11-14.

Л.3. Коновалов В.К. Зимин. Б.А Реконструкция деаэрационных установок на
40 Каширской ГРЭС // Энергетик. 2000. №4. С.28-29.

Л.4. Зимин Б.А. Нужно ли запрещать работу вакуумных деаэраторов? // Энергетик. 2009. №12. С.15-16.

Л.5. Зимин Б.А. Решение проблем деаэрации воды при переводе паровых котлов в водогрейный режим // Новости теплоснабжения. 2001. №1. С.28-30.

Л.6. Зимин Б.А. Проблемы деаэрации воды в энергетике и способ их решения //
45 Новости теплоснабжения. 2006. №1. С.40-44).

Высокую эффективность и экономию показали сетевые деаэраторы (деаэраторы подпитки теплосети) при переводе их из атмосферного в вакуумный режим работы. (На ТЭЦ-5 «Новосибирскэнерго» шесть деаэраторов ДСА400, переведенные в вакуумный режим работы, Черепетская ГРЭС - Деаэратор ДСА-300, переведенный в вакуумный режим работы с нагрузкой 600 т/ч, Кировская котельная г.Омска - деаэратор ДСА300, переведенный в вакуумный режим работы с нагрузкой 600 т/ч и

др.). Эти деаэрационные установки, внедренные на открытых системах теплоснабжения дали большой эффект.

Недостатки аналогов, деаэрационных установок с центробежно-вихревыми деаэраторами, работающими в вакуумном режиме, появились после опубликования 5 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 апреля 2009 г. N 20 г.Москва от «Об утверждении СанПиН 2.1.4.2496-09» и его вредительского пункта (написанного некомпетентными в энергетике людьми или вредителями), подставившего Главного санитарного врача: «При открытой системе 10 теплоснабжения деаэрация должна проводиться при температуре более 100°С». Проектные организации и ТЭЦ восприняли этот вредительский пункт постановления, как запрет на установку вакуумных деаэраторов при открытых системах теплоснабжения, так как выпускаемые промышленностью деаэраторы могут нагреть 15 воду до 100,1°С только в атмосферном режиме (Если бы постановление вышло ранее, то вышеуказанные вакуумные деаэрационные установки не были бы внедрены. Об этом опубликована статья Зимина Б.А в «Энергетике» №12 за 2009 год).

В качестве прототипа выберем деаэрационную установку атмосферного типа, изображенную на стр.29 журнала «Энергетик» №4 за 2000 год.

Установка содержит бак-аккумулятор деаэрированной воды (БА), центробежно-вихревой деаэратор ДЦВ (первая ступень деаэрации), с подводными трубопроводами деаэрируемой воды и пара (или без подвода пара, если вода нагрета выше 20 температуры насыщения, соответствующей давлению в деаэраторе), подогреватель деаэрируемой воды поверхностный или контактный (например, по Патенту РФ №2210043), (или без него, если деаэратор служит для деаэрации питательной воды котлов и имеет подводный паропровод в ДЦВ), капельный деаэратор КД 25 (устройство, диспергирующее деаэрируемую воду в паровом пространстве бака-аккумулятора), контактный охладитель выпара ОВК с подводным и отводящим 30 трубопроводами охлаждающей воды, с отводящим трубопроводом отвода неконденсируемых газов в атмосферу, который можно присоединить к эжектору и деаэратор становится вакуумным, бак сбора охлаждающей воды (БОВ), нагретой в ОВК, насос отвода охлаждающей воды из БОВ.

Недостатком прототипа служит то, что указанная деаэрационная установка (без 35 эжектора) может работать только в атмосферном режиме. Это приводит к повышенному расходу пара на нагрев воды выше 100°С, к необходимости установки охладителя деаэрированной воды после деаэрационной установки (нельзя, например, подавать в аккумуляторные баки подпиточную воду для тепловой сети, нагретую 40 выше 90°С). Если в проекте будет нарисован эжектор, то люди, неправильно понимающие Постановление №20 Санитарного врача, забракуают эту установку, как вакуумную, работающую при температуре ниже 100°С.

Целью настоящего изобретения является создание деаэрационной установки, не 45 имеющей водоструйного эжектора, могущей работать как в атмосферном, так и в вакуумном режимах без нарушения вредительского Постановления Главного Санитарного врача, т.е., обеспечить деаэрацию воды (в том числе и в вакуумном режиме) при доведении температуры деаэрируемой воды перед деаэратором до 100,1°С, которая будет охлаждаться в деаэрационной установке за счет вскипания при 50 давлении ниже атмосферного (при вакууме) и образования выпара, а так же позволит обмануть некомпетентных людей (или вредителей), пугающихся названия «вакуумный» из-за неправильной интерпретации вышеуказанного Постановления. №20. (Постановление не запрещает работу вакуумных деаэраторов, а только

рекомендует нагревать воду выше 100°С).

Указанная цель достигается тем, что в известной деаэрационной установке, содержащей бак-аккумулятор деаэрированной воды, центробежно-вихревой деаэратор (ДЦВ), являющийся первой ступенью деаэрационной установки, с трубопроводами подвода деаэрируемой воды и пара (или без трубопровода подвода пара), капельный деаэратор (КД), являющийся второй ступенью установки и представляющий собой перфорированную трубу, расположенную в паровом пространстве бака-аккумулятора и соединенную с ДЦВ, подогреватель деаэрируемой воды поверхностного или контактного типа (или без него), контактный охладитель выпара (ОВК) с подводящим трубопроводом выпара из бака - аккумулятора и из ДЦВ, с подводящим и отводящим трубопроводами охлаждающей воды, с отводящим трубопроводом отвода неконденсируемых газов в атмосферу, имеющим запорный орган, бак сбора охлаждающей воды (БОВ), нагретой в ОВК, в качестве контактного охладителя выпара установлен центробежно-вихревой эжектор (ЦВЭ), содержащий цилиндрический корпус с условно верхней и нижней торцевыми крышками, подводящий патрубок выпара, присоединенный к условно верхней крышке, как минимум один подводящий тангенциальный патрубок охлаждающей рабочей воды, присоединенный к корпусу в верхней части (к входному отсеку), отводящий тангенциальный патрубок, присоединенный к нижней части корпуса, причем этот тангенциальный патрубок присоединен тангенциально к верхней части циклона-сепаратора, содержащим цилиндрический корпус с условно верхней и нижней торцевыми крышками, с отводящим патрубком неконденсируемых газов, проходящим через верхнюю крышку, соединенным с атмосферой и имеющим запорный орган (кран, задвижку), тангенциальный отводящий патрубок отработанной охлаждающей воды, соединенный с баком сбора отработавшей охлаждающей воды или со свободным сливом.

Внутри корпуса ЦВЭ установлена кольцевая перегородка (шайба), делящая корпус на входной и выходной отсеки.

Тангенциальный патрубок отвода охлаждающей воды из ОВК служит одновременно отводящим патрубком неконденсируемых газов.

Узел ЦВЭ вместе с циклоном - сепаратором представляет собой контактный охладитель выпара ОВК. При открытом запорном органе на трубопроводе отвода неконденсируемых газов в атмосферу ОВК работает только как контактный охладитель выпара (конденсатор водяных паров), а при закрытом - не только, как конденсатор водяных паров выпара, но и как эжектор, обеспечивающий работу деаэрационной установки под невысоким вакуумом (до 0,5 кгс/см).

На фиг.1 изображен продольный разрез контактного охладителя выпара - ОВК.

На фиг.2 - поперечный разрез ОВК.

На фиг.3 - схема вакуумно-атмосферной деаэрационной установки.

Контактный охладитель выпара (конденсатор водяных паров выпара) - ОВК содержит корпус 1 с верхней 2 и нижней 3 торцевыми крышками. Внутри средней части корпуса 1 имеется кольцевая перегородка 4 (шайба), делящая внутреннюю часть корпуса на входной и выходной отсеки. К верхней крышке 2 присоединен патрубок 5 подвода выпара из бака-аккумулятора и из ДЦВ. К корпусу входного отсека присоединены тангенциальные патрубки 6 и 7 подвода охлаждающей воды. К нижней части корпуса (к выходному отсеку) присоединен тангенциальный патрубок 8 отвода охлаждающей воды (она же рабочая вода, создающая эжектирующий эффект). Патрубок 8 тангенциально присоединен к циклону-сепаратору, содержащему

цилиндрический корпус 9, с верхней 10 и нижней 11 торцевыми крышками. В нижней части корпуса 9 имеется тангенциальный патрубок 12 отвода охлаждающей (рабочей) воды. Через верхнюю крышку 10 проходит патрубок 13 отвода неконденсируемых газов, соединенный с атмосферой и имеющий запорный орган 14.

5 Деаэрационная установка (фиг.3) имеет бак-аккумулятор деаэрированной воды 14, Центробежно-вихревой деаэратор 15, Два капельных деаэратора 16. Труба 17, соединяет ЦВД и КД. Трубы 18 и 19, соединяет бак 1 и ДЦВ с контактным охладителем выпара 20 (ОВК), имеющим вестовую трубу 21 с запорным органом 22
10 (задвижкой, краном). Имеется вестовая труба 23, соединяющая бак 1 с атмосферой. Имеется бак 24 слива охлаждающей воды из ОВК, который является баком - газоотделителем. Внутри бака 24 имеется приемный стакан-газоотделитель 25. Насос 26 служит для откачки воды из бака 24 в трубопровод 27. По трубопроводу 27
15 подается химочищенная вода на деаэрационную установку через подогреватель деаэрируемой воды 28 и регулятор 29 уровня воды в баке 14. Трубопровод 30 - ответвление от трубопровода 27 на ОВК. По трубопроводу 31 вода из ОВК сливается в бак 24. Насосы 32 служат для откачки деаэрированной воды из бака - аккумулятора 14 в обратный сетевой трубопровод или на питание паровых котлов.
20 Паропровод 33 служит для подачи греющего пара в ДЦВ для безгидроударного нагрева воды в случае надобности (в деаэраторах подпитки теплосети предпочтительнее нагревать деаэрируемую воду в поверхностном подогревателе 28, чтобы не терять конденсат в теплосети. В питательных деаэраторах паровых котлов предпочтительнее нагревать воду паром в ДЦВ без использования поверхностного
25 подогревателя 28, так как весь конденсат греющего пара используется в паровых котлах). Регулятор 34 регулирует расход пара в ДЦВ. Вакуумно-атмосферный гидрозатвор 35 обеспечивает безопасность процесса деаэрации воды. Пробоотборник 26 служит для взятия проб воды на анализ.

30 Работа деаэрационной установки осуществляется следующим образом
Вариант 1 (работа в качестве деаэратора подпитки теплосети в вакуумном режиме)
Химочищенная вода по трубопроводу 27 подается в центробежно-вихревой деаэратор 15 через поверхностный подогреватель 28, где нагревается до
35 температуры 100,1°С или более. Если подогреватель 28 не может нагреть воду до 101,1 оС, то можно дать греющий пар в ДЦВ (15) по паропроводу 33. Пар нагревает воду безгидроударно от любой температуры (В сетевых деаэраторах предпочтительнее
нагревать воду до нужной температуры в поверхностных подогревателях (29), чтобы не терять конденсат, необходимый для питания паровых котлов). В ДЦВ
40 деаэрируемая вода освобождается от растворенных агрессивных газов на 98-99%. Далее она по трубопроводу 17 поступает в капельные деаэраторы 16 (КД), в головной части которых вода приобретает вращательное движение. Вода, перегретая выше температуры насыщения, выходит из КД в паровое пространство бака 14 через
перфорации и разбрызгивается на мелкие капли. Каждая капля воды вскипает,
45 образуя выпар. С выпаром из воды удаляются остатки агрессивных газов, обеспечивая высокое качество деаэрации воды. Выпар из бака 14 и из ДЦВ (15) удаляется по выпарным трубам 18 и 19 и попадает в контактный охладитель выпара 20.

50 Контактный охладитель выпара 20 (ОВК) работает следующим образом (см. фиг.1, 2). Выпар из бака-аккумулятора 14 и из ДЦВ (15) поступает по выпарному трубопроводу 18, через патрубок 5 внутрь корпуса 1 ОВК. Охлаждающая (рабочая) вода по трубопроводу 30 поступает внутрь корпуса 1 через тангенциальные

патрубки 7. Вода приобретает вращательное движение с вертикальной границей раздела фаз (с вертикальным уровнем воды). Толщину вращающегося слоя воды определяет диаметр отверстия в шайбе 4. По мере уменьшения радиуса закрутки воды скорость ее вращения увеличивается, а давление падает (закон сохранения количества движения). Выпар контактирует с вращающейся поверхностью воды, и водяные пары выпара конденсируются (коэффициент теплопередачи от пара к воде при непосредственном контакте в 2000 раз выше, чем при контакте через стенку поверхности нагрева). После прохождения вращающимся потоком воды шайбы 4 вода попадает в тангенциальный патрубок 8, и далее в циклон-сепаратор. Поток воды захватывает неконденсируемые газы. Далее водогазовый поток попадает внутрь корпуса 9 циклона-сепаратора через тангенциальный патрубок 8 и приобретает вращательное движение. Запорный орган (задвижка) на патрубке 13 (трубопроводе 21) - закрыта. Вращающийся водогазовый поток смеси охлаждающей воды и неконденсируемых газов устремляется в тангенциальный патрубок 12 и далее в бак 24, создавая эжектурирующий эффект. К эжектурирующему эффекту прибавляется эффект сифона, создающий дополнительный вакуум за счет разности высот ОВК и бака 24. В баке-аккумуляторе создается вакуум порядка $0,5 \text{ кгс/см}^2$, при котором температура насыщения (кипения) равна 80°C . Если деаэрируемую воду нагреть в подогревателе 28 до 85°C , то деаэратор будет работать на «начальном эффекте». Вода вскипит, даст выпар, за счет чего охладится (на 1°C в ДЦВ и на 4°C в каплях парового пространства бака 1). Выпор составит $1,6 \times 5^\circ\text{C} = 8 \text{ кг}$ на тонну деаэрируемой воды.

Вариант 2 (работа в качестве питательного деаэратора паровых котлов в атмосферном режиме). Запорный орган 22 (задвижка) на выпарной трубе 21 открыт. Разница с вариантом 1 заключается в нагреве деаэрируемой воды непосредственно в ДЦВ за счет подачи в него пара по трубопроводу 33, и в открытии запорного органа 22 (задвижки) на трубопроводе 21 (на фиг.1; 2 - патрубок 13, задвижка 14).

Выгоднее нагревать воду не в поверхностном подогревателе 28, а подавать пар непосредственно в ДЦВ (15), так как конденсат греющего пара используется по назначению в паровом котле вместе с питательной водой. Отпадает необходимость в установке поверхностного подогревателя 28 и в его эксплуатации. ДЦВ позволяет нагревать воду безгидроударно от любой температуры за счет барботажа пара через вращающийся слой воды. Возможно вместо поверхностного нагревателя воды 28 установить контактный (смешивающий) водонагреватель (например, защищенный Патентом РФ №2210043) и подавать в ДЦВ воду, перегретую выше температуры насыщения. Когда открыта задвижка 22 (фиг.3) 14 (фиг.1), то бак-аккумулятор 1 работает при нулевом давлении (или при небольшом давлении - $0,05 \text{ кгс/см}^2$). Это атмосферный режим работы. В ОВК газы отделяются от воды за счет центробежного эффекта и выходят через патрубок 13 в атмосферу, а отработавшая охлаждающая вода устремляется в тангенциальный патрубок 12 и далее в бак 24. Если задвижку 22 (14) закрыть, то деаэратор начинает работать в вакуумном режиме с вакуумом до $0,5 \text{ кгс/см}^2$.

Выполнение контактного охладителя выпара ОВК в виде центробежно-вихревого эжектора ЦВЭ в паре с циклоном-сепаратором обеспечивает возможность работы деаэрационной установки, как в атмосферном, так и в вакуумном режимах. Причем вакуумный режим достигается без применения (в дополнение к ОВК) струйных эжекторов и вакуумных насосов. Это значительно упрощает схему, уменьшает расход воды на систему обеспечения вакуума, уменьшает расход энергии на привод насосов рабочей воды. Кроме этого, позволяет обеспечить вакуумный режим работы

деаэраторов (что значительно экономичней атмосферного) не нарушая
Постановления №20 (нагреваем воду до 100,1°С и далее охлаждаем ее в деаэраторе за
счет образования выпара). Вакуумный режим работы сетевых деаэраторов позволяет
5 подавать деаэрированную воду в аккумуляторные баки без охлаждения ее в
теплообменниках-охладителях деаэрированной воды (не устанавливать
теплообменники-охладители, что упрощает схему).

Формула изобретения

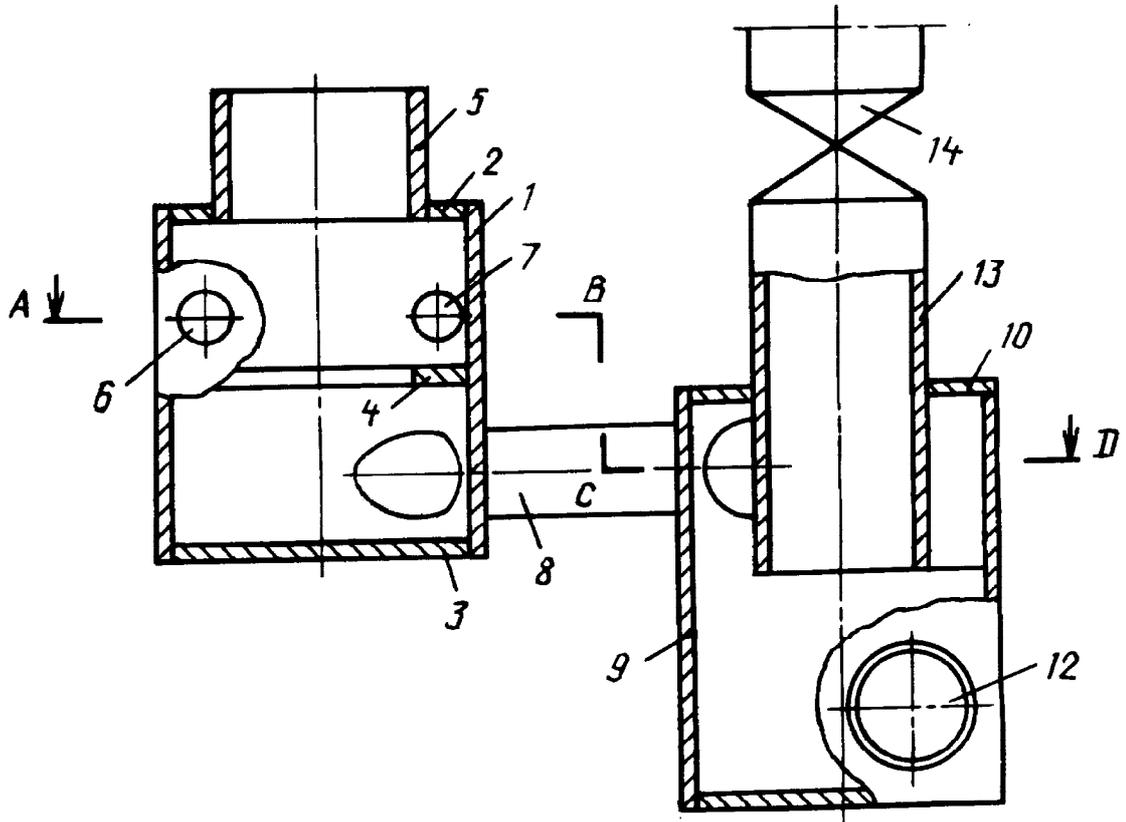
10 1. Универсальная вакуумно-атмосферная деаэрационная установка, содержащая
бак-аккумулятор деаэрированной воды, центробежно-вихревой деаэратор (ДЦВ),
являющийся первой ступенью деаэрационной установки, с трубопроводами подвода
деаэрируемой воды и пара (или без трубопровода подвода пара), капельный
15 деаэратор (КД), являющийся второй ступенью установки и представляющий собой
перфорированную трубу, расположенную в паровом пространстве бака-
аккумулятора и соединенную с ДЦВ, подогреватель деаэрируемой воды
поверхностного или контактного типа (или без него), контактный охладитель выпара
(ОВК) с подводным трубопроводом выпара из бака-аккумулятора и из ДЦВ, с
20 подводным и отводящим трубопроводами охлаждающей воды, с отводящим
трубопроводом отвода неконденсируемых газов в атмосферу, имеющим запорный
орган, бак сбора охлаждающей воды (БОВ), нагретой в ОВК, отличающийся тем, что
в качестве контактного охладителя выпара установлен центробежно-вихревой
эжектор (ЦВЭ), содержащий цилиндрический корпус с условно верхней и нижней
25 торцевыми крышками, подводный патрубок выпара, присоединенный к условно
верхней крышке, как минимум один подводный тангенциальный патрубок
охлаждающей рабочей воды, присоединенный к корпусу в верхней части (к входному
отсеку), отводящий тангенциальный патрубок, присоединенный к нижней части
30 корпуса, причем этот тангенциальный патрубок присоединен тангенциально к
верхней части циклона-сепаратора, содержащий цилиндрический корпус с условно
верхней и нижней торцевыми крышками, с отводящим патрубком неконденсируемых
газов, проходящим через верхнюю крышку, соединенным с атмосферой и имеющим
запорный орган (кран, задвижку), тангенциальный отводящий патрубок
35 отработанной охлаждающей воды, соединенный с баком сбора отработавшей
охлаждающей воды или со свободным сливом.

2. Универсальная вакуумно-атмосферная деаэрационная установка по п.1,
отличающаяся тем, что внутри корпуса ЦВЭ установлена кольцевая перегородка
40 (шайба), делящая корпус на входной и выходной отсеки.

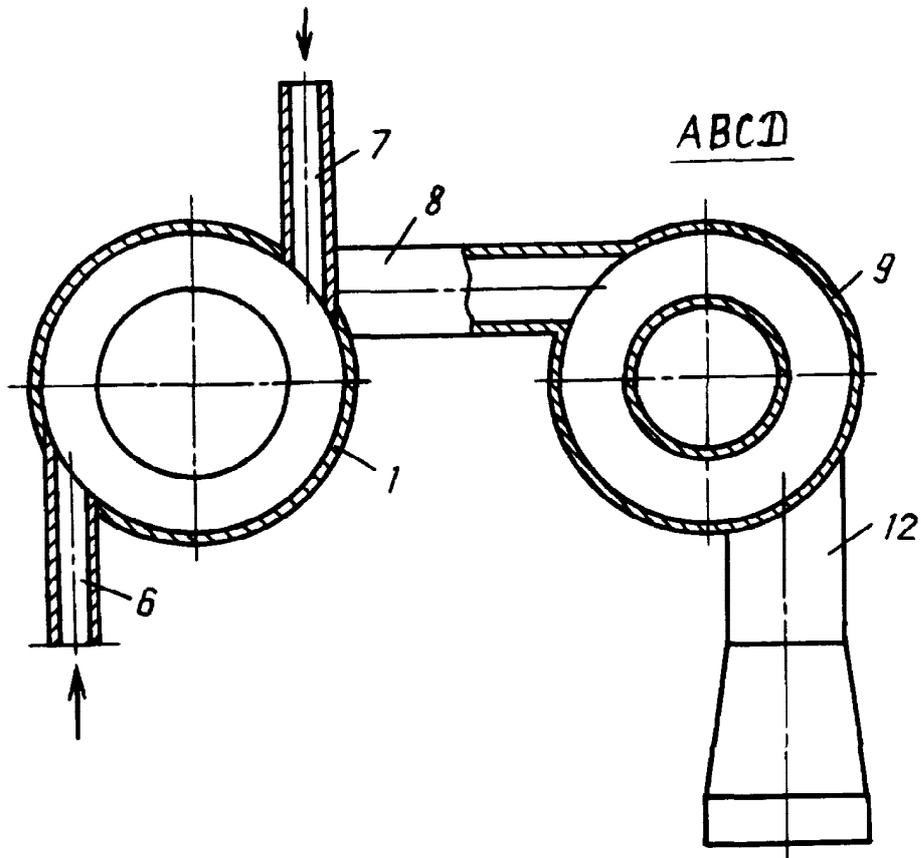
3. Универсальная вакуумно-атмосферная деаэрационная установка по п.1,
отличающаяся тем, что тангенциальный патрубок отвода охлаждающей воды из ОВК
служит одновременно отводящим патрубком неконденсируемых газов.

45

50



Физ.1



Физ.2

