

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 210351

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Яковлев Павел Викторович (RU), Перетятко Марк Алексеевич (RU)*

Заявка № 2022101632

Приоритет полезной модели **25 января 2022 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации **08 апреля 2022 г.**

Срок действия исключительного права
на полезную модель истекает **25 января 2032 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F28F 13/08 (2022.02)

(21)(22) Заявка: **2022101632, 25.01.2022**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.01.2022

Дата регистрации:
08.04.2022

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **25.01.2022**

(45) Опубликовано: **08.04.2022** Бюл. № 10

Адрес для переписки:
**190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
ФГБОУ ВО СПбГУ, Патентно-лицензионный
отдел**

(72) Автор(ы):
**Яковлев Павел Викторович (RU),
Перетятко Марк Алексеевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):
**федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: **RU 159662 U1, 20.02.2016. RU 182252
U1, 09.08.2018. RU 158757 U1, 20.01.2016. KR
102184012 B1, 02.12.2020. JP 2004162941 A,
10.06.2004.**

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА

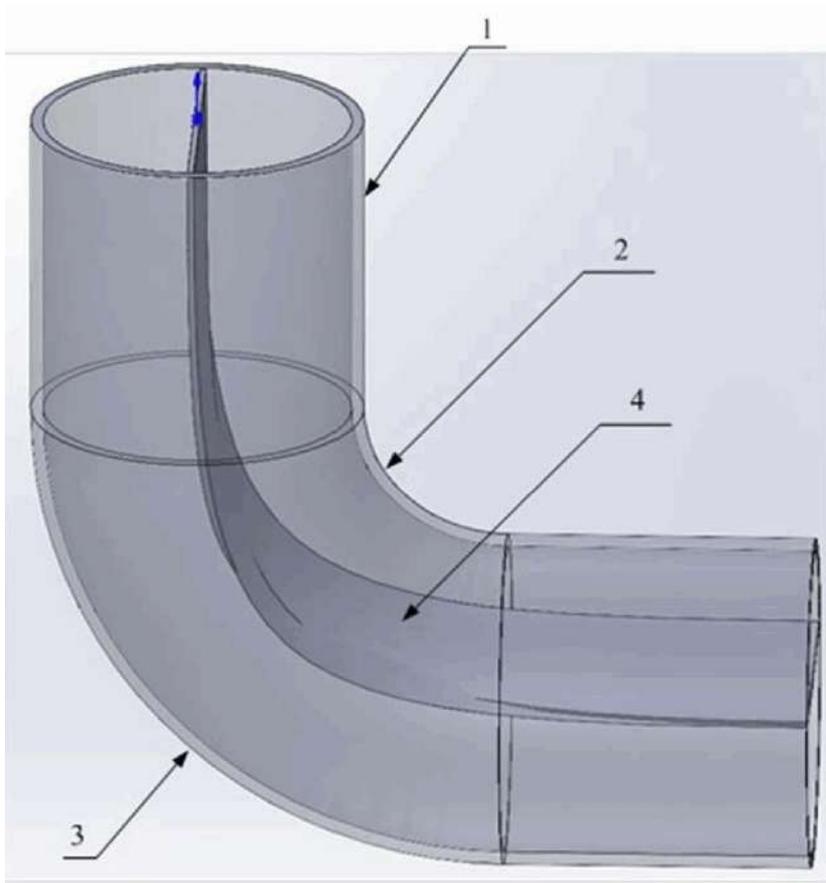
(57) Реферат:

Полезная модель относится к элементам теплообменных или теплопередающих устройств общего назначения и представляет собой устройство для интенсификации теплообмена. Техническим результатом является повышение интенсификации теплообмена при движении по теплообменным трубам парожидкостной смеси.

Применение заявленного устройства позволит интенсифицировать теплообмен при движении по трубам парожидкостной смеси за счет конструктивного исполнения лопасти для интенсификации теплообмена, препятствующей образованию кризиса кипения I рода.

RU 210351 U1

RU 210351 U1



Фиг. 1

Полезная модель относится к элементам теплообменных или теплопередающих устройств общего назначения и представляет собой устройство для интенсификации теплообмена.

Известно устройство теплообменный аппарат с турбулизатором (Патент РФ №87788, опубл. 20.10.2009), содержащее трубу, укрепленную на центральном стержне и установленные с шагом t по длине трубы, и выполненные в виде лопастей завихрители, отличающийся тем, что лопасти укреплены во втулках с возможностью их свободного вращения вокруг центрального стержня, но с фиксацией от продольного перемещения по последнему, угол между лопастями составляет α . Теплообменный элемент с турбулизатором, отличающийся тем, что угол α между лопастями определяется количеством лопастей, шаг установки лопастей может быть как равномерным, так и неравномерным, центральный стержень закреплен в трубе с помощью каркаса с продольными рессорами.

Недостатком данного устройства является наличие множества завихрителей в виде лопастей, из-за чего возникает повышенное гидравлическое сопротивление, а также снижается надежность работы.

Известно устройство для интенсификации теплообмена (Патент РФ №158757, опубл. 20.01.2016), которое содержит набор стальных колец, нанизанных на проволоку и расположенных внутри круглой трубы, отличающееся тем, что кольца расположены строго перпендикулярно относительно оси трубы с шагом, необходимым для достижения требуемого коэффициента теплоотдачи.

Недостатком данного устройства является наличие множества стальных колец, что приводит к образованию зон пониженного давления за ними, приводящим к кавитационным явлениям, из-за которых возникает возможность деформаций колец и проволоки вследствие пульсаций давления при турбулентном режиме течения. Также наличие большого количества стальных колец вызывает повышение гидравлического сопротивления участка трубы в связи с наличием дополнительных местных сопротивлений.

Известно устройство теплообменный элемент (Патент РФ №109282, опубл. 10.10.2011). Указанное устройство является теплообменным элементом, представляющим собой пружинно-витую трубу, отличающееся тем, что в проточной части элемента по его длине установлены спиральные пружинно-витые интенсификаторы, жестко скрепленные с витками трубы.

Недостатком данного устройства является необходимость крепления множества пружинновитых интенсификаторов, из-за чего усложняется конструкция аппарата, что приводит к снижению надежности его работы и многократному повышению гидравлического сопротивления.

Известно устройство теплообменный аппарат (Патент РФ № 182252, опубл. 09.08.2018), содержащее трубный пучок из закрепленных в трубных решетках спирально профилированных металлических теплопередающих трубок и расположенной в межтрубном пространстве пучка по крайней мере одной перегородки в виде ленты, охватывающей трубки витками, смещенными друг относительно друга, свободно вставленный в металлический спиральношовный корпус с одним патрубком подвода и одним патрубком отвода теплоносителя трубной полости, расположенными на противоположных концах корпуса аппарата, и с двумя патрубками подвода теплоносителя межтрубной полости, расположенными на общей образующей корпуса на противоположных концах корпуса аппарата, и одним патрубком отвода теплоносителя межтрубной полости, расположенным на диаметрально

противоположной образующей корпуса в точке, равноудаленной от обоих патрубков подвода теплоносителя межтрубной полости, отличающийся тем, что теплопередающие трубки независимо друг от друга имеют вдоль своей длины изгибы, направление витков перегородки периодически меняется на противоположное, трубные решетки выполнены составными, а оба патрубка подвода теплоносителя межтрубной полости имеют диаметр, больший диаметра корпуса.

Недостатком данного устройства является наличие многочисленных перегородок, что приводит к повышению гидравлического сопротивления, снижению надежности работы по причине усложнения конструкции теплообменного аппарата и сложности технического обслуживания теплообменной поверхности, требующей полного демонтажа всего устройства.

Известно устройство турбулизатор (Патент РФ №159662, опубл. 20.02.2016), принятое за прототип, выполненный в виде оси с лопастями, отличающийся тем, что лопасти, имеющие чечевицеобразную форму сечения, установлены в шахматном порядке на расстоянии друг от друга на равной им высоте и повернуты на угол от 30° до 60° относительно вертикальной оси.

Недостатком данного устройства является наличие оси и большого количества лопастей, имеющих чечевицеобразную форму сечения и установленных в шахматном порядке на оси, что приводит к многократному повышению гидравлического сопротивления. За лопастями, при использовании устройства в парожидкостной среде, возникают кавитационные явления, приводящие к возникновению зон, характеризующихся кризисом кипения с малым коэффициентом теплоотдачи. Также недостатком турбулизатора является наличие оси и чечевицеобразных лопастей, из-за чего возникает невозможность его применения на не прямом участке трубопровода.

Техническим результатом является повышение интенсификации теплообмена при движении по теплообменным трубам парожидкостной смеси.

Технический результат достигается тем, что лопасть изогнута эквидистантно по форме оси криволинейного участка, на начальном участке трубы совпадает с осью трубы, а на криволинейном участке трубы смещена относительно оси трубы к внутренней стенке относительно направления поворота, при этом длина лопасти ограничена криволинейным участком трубы.

Устройство поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - 3-D вид устройства;

фиг. 2 - вид устройства в разрезе;

фиг. 3 - вид сверху;

фиг. 4 - вид спереди.

фиг. 5 - место установки устройства в трубе испарительной поверхности, где:

1 - труба;

2 - внутренняя стенка;

3 - внешняя стенка;

4 - лопасть для интенсификации теплообмена;

5 - ось трубы.

Устройство для интенсификации теплообмена состоит из лопасти для интенсификации теплообмена 4 (фиг. 1-5), которая установлена внутри трубы 1 и делит ее на две равные части. Лопасть для интенсификации теплообмена жестко закреплена к внутренней стенке 2 и внешней стенке 3. Лопасть для интенсификации теплообмена 4 изогнута эквидистантно форме оси криволинейного участка, на начальном участке трубы 1 по направлению движения теплоносителя совпадает с осью 5 трубы 1. На криволинейном

участке трубы 1 лопасть для интенсификации теплообмена 4 смещена относительно оси 5 трубы 1 к внутренней стенке трубы 2 относительно направления поворота, и делит ее на две не равные части, одна часть от внутренней стенки 2 до лопасти для интенсификации теплообмена 4 и составляет $1/3$ от диаметра трубы 1, другая часть от лопастей для интенсификации теплообмена 4 до внешней стенки 3 оставляет $2/3$ от диаметра трубы 1. Длина лопасти для интенсификации теплообмена 4 по направлению движения теплоносителя длина должна быть меньше длины криволинейного участка трубы 1.

Устройство для интенсификации теплообмена работает следующим образом. Поток пароводяной смеси движется по трубе 1 (фиг. 5) и при попадании на лопасть для интенсификации теплообмена 4 разделяется на два потока: поток, движущийся в канале, ограничиваемом внутренней стенкой 2 и лопастью для интенсификации теплообмена 4, а также поток, движущийся в канале, ограничиваемом лопастью для интенсификации теплообмена 4 и внешней стенкой 2. При изменении траектории потока, он отбрасывается к внешней стенке 3, а за криволинейным участком трубы 1 со стороны внутренней стенки 2 возникает зона разрежения, в которой высока вероятность образования паровой пленки и кризиса кипения 1 рода. Лопасть для интенсификации теплообмена 4 смещена на криволинейном участке трубы 1, вследствие чего живое сечение канала, ограничиваемого внутренней стенкой 2 и лопастью для интенсификации теплообмена 4 уменьшается, скорость теплоносителя возрастает, а давление на выходе из канала падает. За кромкой лопасти для интенсификации теплообмена потоки теплоносителя из каналов ограничиваемого внутренней стенкой 2 и лопастью для интенсификации теплообмена 4, и также поток, движущийся в канале, ограничиваемом лопастью для интенсификации теплообмена 4, и внешней стенкой 2 сливаются. Сформировавшееся поле давлений с зоной пониженного давления вблизи внутренней стенки 2 приводит к повороту потока к внутренней стенке 2, вследствие чего на прямолинейном участке трубы давление вдоль внутренней стенки 2 возрастает. Локальное повышение давления снижает интенсивность парообразования, увеличивает поверхность трубы 1, смоченную жидкой фазой, повышая коэффициент теплоотдачи, и уменьшает вероятность возникновения кризиса кипения.

Применение заявленного устройства позволит интенсифицировать теплообмен при движении по трубам парожидкостной смеси за счет конструктивного исполнения лопасти для интенсификации теплообмена, препятствующей образованию кризиса кипения 1 рода.

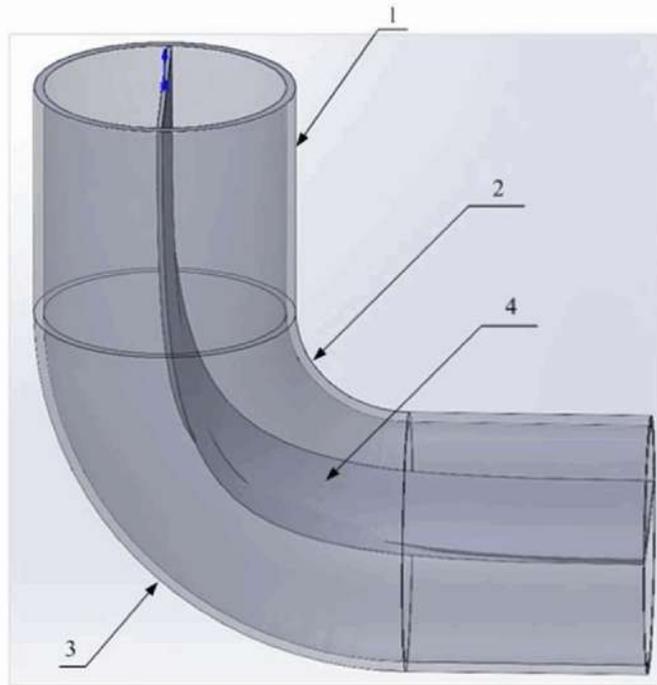
35

(57) Формула полезной модели

Устройство для интенсификации теплообмена, содержащее жёстко закреплённую внутри трубы лопасть для интенсификации теплообмена, отличающееся тем, что лопасть изогнута эквидистантно по форме оси криволинейного участка, на начальном участке трубы совпадает с осью трубы, а на криволинейном участке трубы смещена относительно оси трубы к внутренней стенке относительно направления поворота, при этом длина лопасти ограничена криволинейным участком трубы.

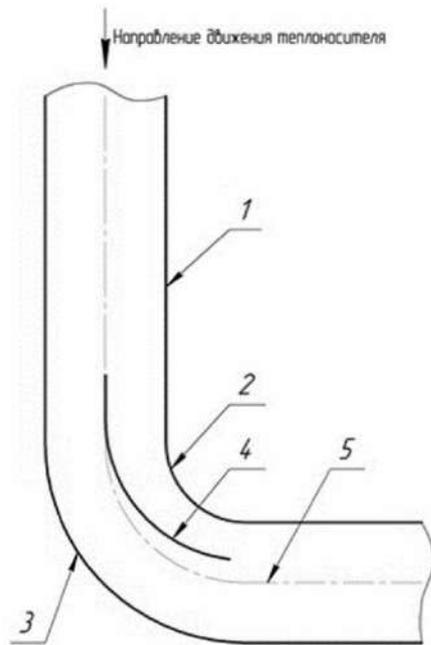
45

1

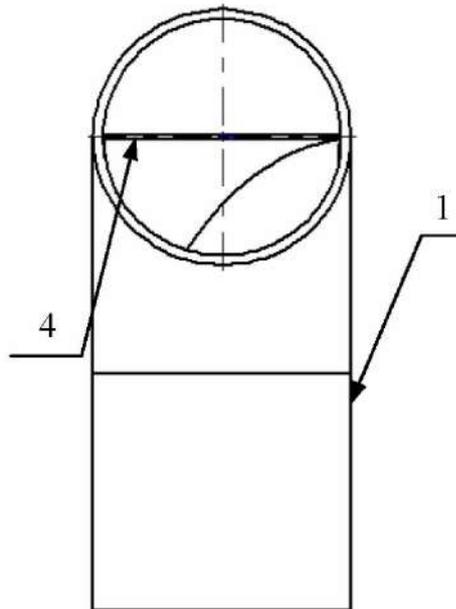


Фиг. 1

2

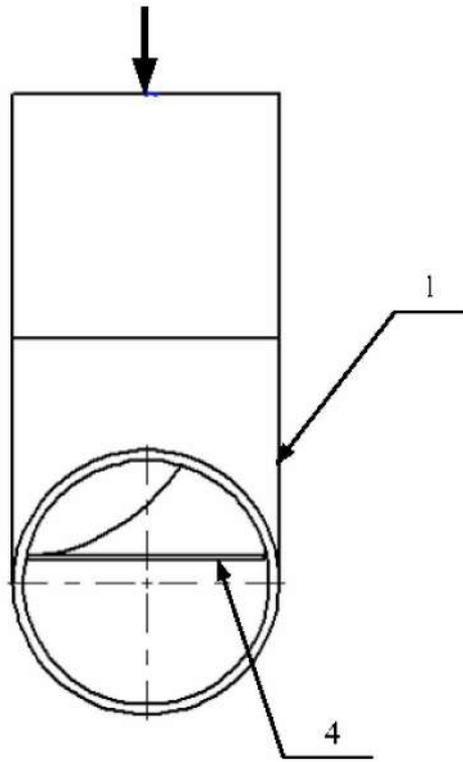


Фиг. 2

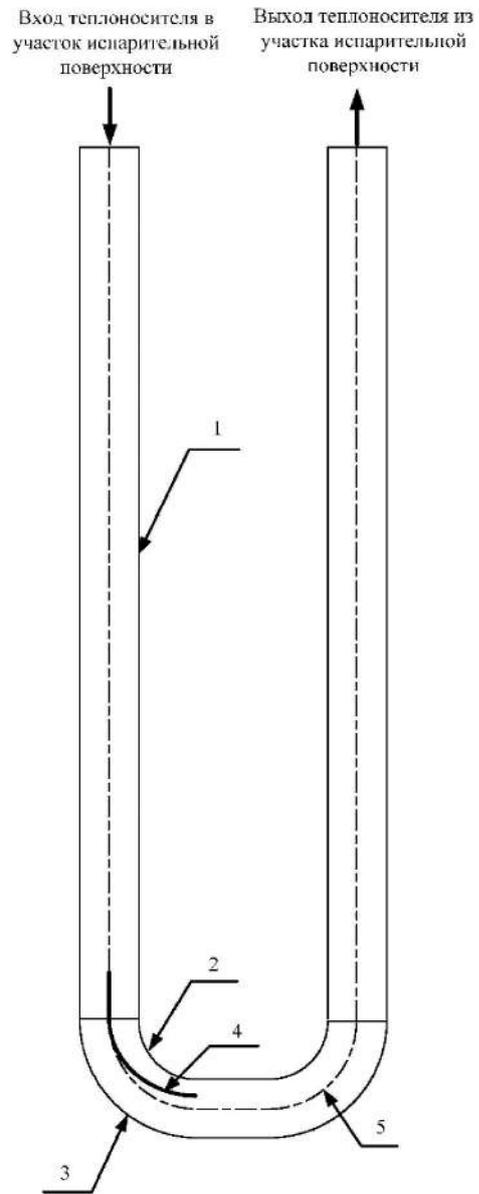


Фиг. 3

Направление движения теплоносителя



Фиг. 4



Фиг. 5