

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 537 643** (13) **С2**

(51) МПК

[F28D 7/02 \(2006.01\)](#)[F28F 13/08 \(2006.01\)](#)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021)

Пошлина: учтена за 3 год с 19.09.2014 по 18.09.2015. Возможность восстановления: нет.

(21)(22) Заявка: [2012139997/06](#), 18.09.2012(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.09.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.09.2012

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2014 Бюл. № 9

(45) Опубликовано: [10.01.2015](#) Бюл. № 1(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 62694 U1 (ООО "ПРОГРЕСС")
27.04.2007. RU 22993 U1 (ФГУП "ЦИАМ")
10.01.2003. CN 1924507 A (LI ZHIXIN
MENG) 07.03.2007. DE 102007007229 A1
(BEHR GMBH & CO KG) 21.08.2008. US
8122856 B2 (SIEMENS AG) 28.02.2012

Адрес для переписки:

394026, г.Воронеж, Московский просп., 14,
ФГБОУ ВПО "ВГТУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Махди Яхья Юсиф (RU),
Бараков Александр Валентинович (RU),
Черниченко Владимир Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Воронежский государственный
технический университет" (RU)

(54) СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННОГО ЭЛЕМЕНТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к теплообменным аппаратам и может быть использовано в энергетике и смежных с ней отраслях промышленности. Способ заключается в интенсификации теплообмена путем выполнения периодических кольцевых выступов на внутренней поверхности теплообменного элемента. Теплообменный элемент выполняют в виде спиралевидной гибкой трубы с периодически расположенными на ее внутренней поверхности турбулизаторами, предпочтительно, в виде кольцевых выступов, при этом радиус R спирали выполняют в пределах $0,05 \leq D/R \leq 0,25$, где D - внутренний диаметр трубы, R - радиус спирали, внутренний диаметр d выступов - в пределах $0,85 \leq d/D \leq 0,98$, а шаг t между ними - в пределах $0,45 \leq t/D \leq 0,6$. Технический результат - повышение эффективности теплообменного элемента. 2 ил.

Изобретение относится к теплообменным аппаратам и может быть использовано в энергетике и смежных с ней отраслях промышленности.

Известен теплообменный аппарат с теплообменным элементом из гладких труб с интенсификаторами в виде пружинных вставок из проволоки, установленных в проточной части канала (см. Ю.Г.Назмиев. Теплообмен при ламинарном течении жидкости в дискретно-шероховатых каналах. - М.: Энергоатомиздат, 1998. - 371 с).

В известных интенсификаторах при малых шагах проволочной спирали нарушается тепловой контакт выступа (проволоки) с поверхностью трубы, что вызывает существенное падение тепловой эффективности проволочной спирали.

Известен способ интенсификации теплообмена путем выполнения периодических кольцевых выступов на внутренней поверхности теплообменного элемента. Сущность указанного метода заключается в следующем. На наружную поверхность трубы накаткой наносятся периодически расположенные кольцевые канавки, при этом на внутренней стороне трубы образуются кольцевые диафрагмы с плавной конфигурацией. Кольцевые диафрагмы и канавки турбулизируют поток в пристенном слое и обеспечивают интенсификацию теплообмена снаружи и внутри труб. При этом не увеличивается наружный диаметр труб, что позволяет использовать данные трубы в тесных пучках и не менять существующей технологии сборки теплообменных аппаратов (Дрейцер Г.А., Щербаченко И.К. Исследование интенсификации теплообмена в трубах с кольцевыми турбулизаторами плавной конфигурации // «Ракетные и космические системы». Сборник тезисов статей студентов, аспирантов и молодых ученых. М.: Изд-во МАИ. 2000. С.96-100).

Основными недостатками являются неоптимальные геометрические характеристики турбулизаторов, что, с одной стороны, ведет к загромождению тракта и росту его гидравлического сопротивления, с другой - не позволяет получить оптимальные условия теплообмена.

Известен способ интенсификации теплообмена и теплообменный элемент, снабженный трубами с винтовой накаткой для реализации указанного способа (Назмиев Ю.Г., Конахина И.А. Интенсификация теплообмена при течении вязкой жидкости в трубах с винтовой накаткой. Теплоэнергетика. 1993. №11. с.59-62).

Недостатком указанного теплообменного элемента является его повышенное гидравлическое сопротивление, снижение прочности на продольный разрыв, вызванный образованием концентраций напряжений при пластической деформации стенки теплообменного элемента в процессе накатки выступов.

Известен способ интенсификации теплообмена и теплообменный элемент для реализации указанного способа, представляющий собой трубу, выполненную из проволоки в виде тугой пружины, витки которой жестко скреплены. (Патент РФ на полезную модель №62694, F28D 7/00, F28D 11/04 - прототип).

Указанный теплообменный элемент выполнен из проволоки заданного сечения, например круглого, из простой или легированной стали с заданным углом подъема винтовой линии с последующей сваркой стыков лазерным лучом или пайкой.

При течении жидкостей в проточной части указанных элементов существенно интенсифицируется процесс разрушения пристенного ламинарного подслоя, происходит образование вихревой структуры у входной кромки элемента, незатухающей вдоль всей проточной части пружинно-витого теплообменного элемента, что способствует увлечению теплогидродинамической эффективности предлагаемого теплообменного элемента.

Наличие спиральных выступов на наружной поверхности пружинно-витой трубы приводит к возникновению эффекта ребрения трубы с низкими накатанными однозаходными ребрами полукруглого сечения с их малым шагом, что тем самым увеличивает поверхность теплообмена.

Основными недостатками является сложность конструкции, связанная с наличием большого количества сварных/паяных швов на поверхности трубы, неоптимальные геометрические характеристики турбулизаторов, что, с одной стороны, ведет к загромождению тракта и росту его гидравлического сопротивления, с другой - не позволяет получить оптимальные условия теплообмена.

Задачей изобретения является создание способа интенсификации теплообмена при уменьшении поверхности теплообмена и сохранении тепловой производительности, при снижении мощности прокачки расходов теплоносителей.

Решение указанной задачи достигается тем, что в предложенном способе повышения эффективности теплообменного элемента, заключающемся в интенсификации теплообмена путем выполнения периодических кольцевых выступов на внутренней поверхности теплообменного элемента, согласно изобретению, теплообменный элемент выполняют в виде спиралевидной гибкой трубы с

периодически расположенными на ее внутренней поверхности турбулизаторами, предпочтительно, в виде кольцевых выступов, при этом радиус R спирали выполняют в пределах $0,05 < D/R < 0,25$, где D - внутренний диаметр трубы, R - радиус спирали, внутренний диаметр d выступов - в пределах $0,85 \leq d/D \leq 0,98$, а шаг t между ними - в пределах $0,45 \leq t/D \leq 0,6$.

Нижнее значение указанного соотношения $0,05 \leq D/R \leq 0,25$ выбрано исходя из того, что при дальнейшем его уменьшении не происходит интенсификация теплообмена.

Верхнее значение указанного соотношения $0,05 \leq D/R \leq 0,25$ выбрано исходя из того, что при дальнейшем его увеличении происходит загромождение гидравлического тракта теплообменного элемента, что ведет к росту его гидравлического сопротивления.

Нижнее значение указанного соотношения $0,85 \leq d/D \leq 0,98$ выбрано исходя из того, что при дальнейшем его уменьшении не происходит интенсификация теплообмена.

Верхнее значение указанного соотношения $0,85 \leq d/D \leq 0,98$ выбрано исходя из того, что при дальнейшем его увеличении происходит загромождение гидравлического тракта теплообменного элемента, что ведет к росту его гидравлического сопротивления.

Верхнее значение указанного соотношения $0,45 \leq t/D \leq 0,6$ выбрано исходя из того, что при дальнейшем его увеличении практически не происходит интенсификация теплообмена, за счет того, что за счет достаточно большой длины между турбулизаторами, поток успевает стабилизироваться.

Нижнее значение указанного соотношения $0,45 \leq t/D \leq 0,6$ выбрано исходя из того, что при дальнейшем его уменьшении происходит рост гидравлического сопротивления тракта теплообменного элемента.

Сущность изобретения иллюстрируется чертежами, где на фиг.1 показан общий вид теплообменного элемента, на фиг.2 - продольное сечение теплообменного элемента с указанием размеров.

Предложенный способ может быть реализован при использовании теплообменного элемента следующей конструкции.

На внутренней поверхности трубы 1 выполняют турбулизаторы 2 в виде спиральных выступов с учетом следующих соотношений: радиус R спирали составляет $0,05 \leq D/R \leq 0,25$, где D - внутренний диаметр трубы, R - радиус спирали, при этом внутренний диаметр d выступов составляет $0,85 \leq d/D \leq 0,98$, а шаг t между ними - $0,45 \leq t/D \leq 0,6$.

Предложенный способ может быть реализован при использовании указанного теплообменного элемента следующим образом.

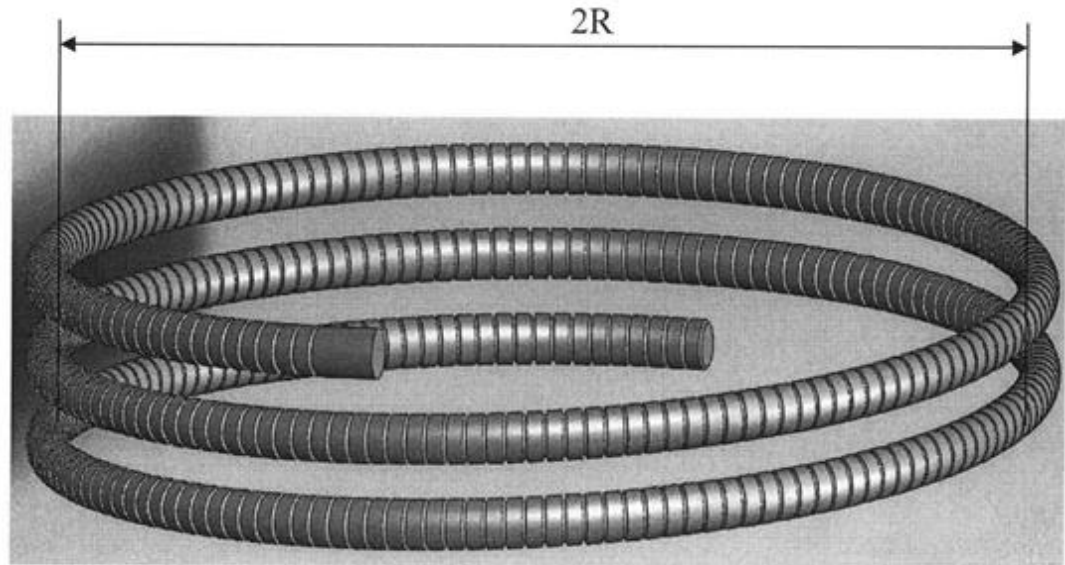
Теплоноситель подают во входную часть трубы 1 и направляют к выходной части. Наличие турбулизаторов 2 на внутренней поверхности трубы 1 приводит к возникновению эффекта оребрения трубы 1 с низкими накатанными однозаходными ребрами полукруглого сечения с их малым шагом, что тем самым увеличивает поверхность теплообмена.

Выполнение турбулизаторов 2 на внутренней поверхности теплообменного элемента позволяет существенно интенсифицировать теплообмен за счет закрутки потока витыми элементами элемента и отрывных течений на выступах, выполненных в виде части окружности.

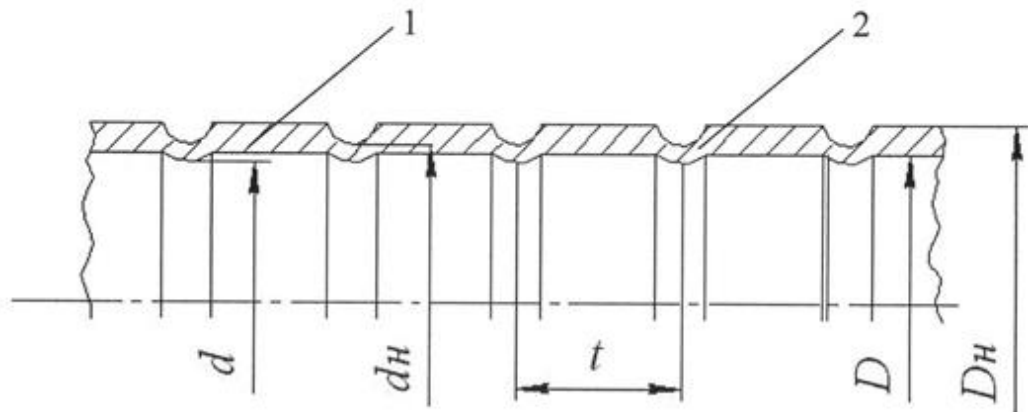
При течении жидкостей в проточной части предлагаемых элементов существенно интенсифицируется процесс разрушения пристенного ламинарного подслоя, происходит образование вихревой структуры у входной кромки элемента, незатухающей вдоль всей проточной части теплообменного элемента, что способствует увеличению теплогидродинамической эффективности предлагаемого теплообменного элемента, при этом за счет выполнения конструктивных элементов в указанных пределах практически не изменяется гидравлическое сопротивление тракта теплообменного элемента.

Проведенные автором и заявителем испытания предложенного способа подтвердили правильность заложенных конструкторско-технологических решений и предложенных критериев.

Способ повышения эффективности теплообменного элемента, заключающийся в интенсификации теплообмена путем выполнения периодических кольцевых выступов на внутренней поверхности теплообменного элемента, характеризующийся тем, что теплообменный элемент выполняют в виде спиралевидной гибкой трубы с периодически расположенными на ее внутренней поверхности турбулизаторами, предпочтительно, в виде кольцевых выступов, при этом радиус R спирали выполняют в пределах $0,05 \leq D/R \leq 0,25$, где D - внутренний диаметр трубы, R - радиус спирали, внутренний диаметр d выступов - в пределах $0,85 \leq d/D \leq 0,98$, а шаг t между ними - в пределах $0,45 \leq t/D \leq 0,6$.



Фиг.1



Фиг.2

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **19.09.2015**

Дата публикации: [10.05.2016](#)