

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **112 752** (13) **U1**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[F28F 1/00 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.08.2015)  
Пошлина: учтена за 1 год с 15.08.2011 по 15.08.2012(21)(22) Заявка: [2011134212/06](#), 15.08.2011(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
15.08.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.08.2011

(45) Опубликовано: [20.01.2012](#) Бюл. № 2

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
Центр интеллектуальной собственности,  
Т.В. Марк

(72) Автор(ы):

**Желонкин Николай Владимирович (RU),  
Рябчиков Александр Юрьевич (RU),  
Бродов Юрий Миронович (RU),  
Аронсон Константин Эрленович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина" (RU)**

## (54) ТЕПЛООБМЕННАЯ ТРУБА

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области "Теплообмен вообще" и может быть применена для интенсификации теплообмена от вязкого теплоносителя в теплообменных аппаратах, в которых теплоносители не вступают в непосредственный контакт друг с другом.

В теплообменной трубе, содержащей пересекающиеся винтовую канавку, встречную винтовую канавку и соответствующие им выступы на внутренней поверхности трубы, винтовые канавки имеют шаг  $s$ , равный не менее половины диаметра трубы  $D_n$ , а глубина  $h$  канавок не больше толщины стенки трубы  $\delta$ .

Технический результат, достигаемый применением предлагаемой теплообменной трубы заключается в интенсификации теплообмена при поперечном обтекании пучка труб вязкими жидкостями, что позволяет уменьшить поверхность теплообмена (уменьшить металлоемкость теплообменника).

Полезная модель относится к области "Теплообмен вообще" и может быть применена для интенсификации теплообмена от вязкого теплоносителя в теплообменных аппаратах, в которых теплоносители не вступают в непосредственный контакт друг с другом.

Известна теплообменная труба вертикального кожухотрубного теплообменника, авторское свидетельство №1416848 опубликовано 15.08.1988 г., содержащая, пересекающиеся под углом  $90^\circ$ , винтовые канавки (ВК) на наружной поверхности и соответствующие им выступы на внутренней поверхности трубы. Шаг ВК 1 одного направления больше, чем у пересекающихся с ними ВК 2, а глубина превышает в 4-5 раз глубину ВК 2. Шаг ВК 1 равен  $2,0-2,24$  наружного периметра трубы. При

конденсации теплоносителя на наружной поверхности вертикальной трубы эффект интенсификации теплоотдачи достигается за счет того, что ВК с большей глубиной и шагом интенсивно отводит конденсат, уменьшая среднюю толщину конденсатной пленки на поверхности трубы.

Известна профильная витая теплообменная труба (ПВТ), «Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики» 2010. №9-10. стр.3-14, «Экспериментальное исследование теплообмена в пучках профилированных трубок маслоохладителей» авторы Бродов Ю.М., Аронсон К.Э., Рябчиков А.Ю., Локалов Г.А., Желонкин Н.В., имеющая диаметр 16 мм и содержащая, винтовую канавку с глубиной 0,5 или 0,8 мм и шаг 8 или 10 мм. Исследования показали, что наблюдается увеличение теплоотдачи со стороны масла при поперечном обтекании пучка ПВТ.

Однако теплообменная труба вертикального кожухотрубного теплообменника исследована и работает лишь при конденсации.

Задача полезной модели - увеличить теплообмен от вязкого теплоносителя в теплообменных аппаратах за счет применения винтовых канавок на теплообменной трубе.

На фиг.1 изображена теплообменная труба (трубка со встречной накаткой), где:

1 - винтовая канавка;

2 - встречная винтовая канавка;

3, 4 - соответствующие выступы от 1, 2 на внутренней поверхности трубы;

На фиг.2 изображен график экспериментальных данных по теплоотдаче в пучках трубок, где:

○ - гладкие трубки,

■ - трубка со встречной накаткой (8×0,5 мм, 8×0,5 мм);

-- аппроксимация экспериментальных данных;

$Nu_m^*$  - см. описание экспериментальных данных ниже;

$Re_M$  - число Рейнольдса масла, рассчитанное по характерной скорости в узком сечении трубного пучка.

Указанная задача решается тем, что в теплообменной трубе (фиг.1), содержащей пересекающиеся винтовую канавку (1) и встречную винтовую канавку (2) и соответствующие им выступы (3 и 4) на внутренней поверхности трубы, винтовые канавки имеют шаг  $s$ , равный не менее половины диаметра трубы  $D_H$ , а глубина  $h$  канавок не больше толщины стенки трубы  $\delta$ .

Интенсификация происходит следующим образом: охлаждающий теплоноситель течет внутри трубы, а охлаждаемый вязкий теплоноситель ламинарным потоком течет перпендикулярно трубе снаружи. Внутри трубы происходит интенсификация за счет турбулизации потока в пристенном слое за счет выступов. При набегании вязкого ламинарного потока теплоносителя на трубу происходит разделение потока по канавкам, столкновение этих потоков и как следствие завихрение и турбулизация вязкого ламинарного потока в кормовой части трубы и фронтальной части трубы, расположенной далее по потоку. Эксперименты были проведены на ряде труб, в результате, выяснилось, что при шаге винтовой канавки меньше половины наружного диаметра трубы, при тех же затратах на производство данной трубы, не происходит увеличения коэффициента теплоотдачи, а при увеличении глубины канавки больше толщины стенки трубы происходит существенное ослабление несущей способности самой трубы, и как следствие уменьшение надежности ее работы. Например, экспериментальные исследования (фиг.2) показали, что интенсивность теплоотдачи со стороны вязкого теплоносителя в пучке труб (фиг.1) выше, чем в пучке из гладких труб (опыты проводились на стенде описанном в журнале «Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики» 2010. №9-10. стр.3-14, «Экспериментальное исследование теплообмена в пучках профилированных трубок маслоохладителей» авторы Бродов Ю.М., Аронсон К.Э., Рябчиков А.Ю., Локалов Г.А., Желонкин Н.В.).

Экспериментальные данные для коэффициента теплоотдачи обрабатывались в безразмерном виде, позволяющем обобщить данные по теплоотдаче при различных скоростях и температурах набегающего потока масла:

$$Nu_m^* = \frac{Nu_m}{Pr_m^{0,36} \cdot \left(\frac{Pr_m}{Pr_{ст}}\right)_m^{0,25}} = f(Re_m)$$

где:  $Nu_m$  - число Нуссельта масла,  $Pr_m$  - число Прандтля масла,  $\left(\frac{Pr_m}{Pr_{ст}}\right)_m$  -

отношение чисел Прандтля масла при температурах набегающего потока и стенки

трубки,  $Re_m$  - число Рейнольдса масла, рассчитанное по характерной скорости в узком сечении трубного пучка.

Технический результат, достигаемый применением предлагаемой теплообменной трубы заключается в интенсификации теплообмена при поперечном обтекании пучка труб вязкими жидкостями, что позволяет уменьшить требуемую поверхность теплообмена (уменьшить металлоемкость теплообменника) или использовать более надежный (например сталь 08X18H10T), но менее теплопроводный, материал (по сравнению с латунью Л68).

#### Формула полезной модели

Теплообменная труба, содержащая пересекающиеся винтовую и встречную винтовую канавки, соответствующие им выступы на внутренней поверхности трубы, отличающаяся тем, что винтовые канавки выполнены с шагом  $s$ , определяемым из соотношения

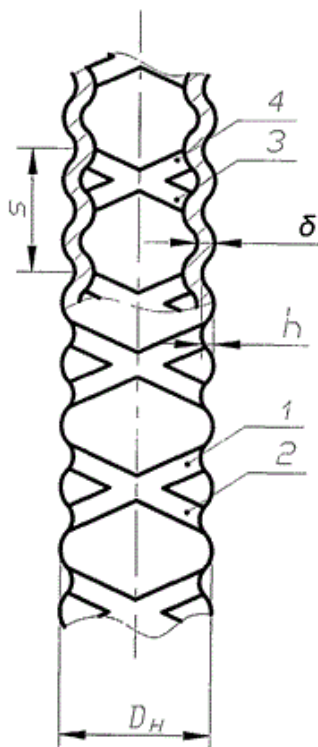
$$s \geq \frac{D_H}{2},$$

где  $D_H$  - наружный диаметр трубы,

и глубиной  $h$ , определяемой из соотношения

$$h \leq \delta,$$

где  $\delta$  - толщина стенки трубы.



#### ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

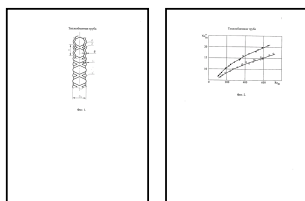
**Реферат:**



**Описание:**



**Рисунки:**



## ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **16.08.2012**

Дата публикации: [10.06.2013](#)