

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 10127

(13) U

(46) 2014.06.30

(51) МПК

B 21C 37/20 (2006.01)

B 21H 3/12 (2006.01)

(54)

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗРЕЗКИ ВЕРШИН РЕБЕР ТЕПЛООБМЕННОЙ ТРУБЫ

(21) Номер заявки: u 20130535

(22) 2013.06.20

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Белорусский государственный техно-  
логический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Кунтыш Владимир Борисович  
(ВУ); Сухоцкий Альберт Борисович  
(ВУ); Маннигалеев Альберт Шамиле-  
вич (РУ); Мулин Виктор Петрович  
(РУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Белорусский государственный  
технологический университет"  
(ВУ)

(57)

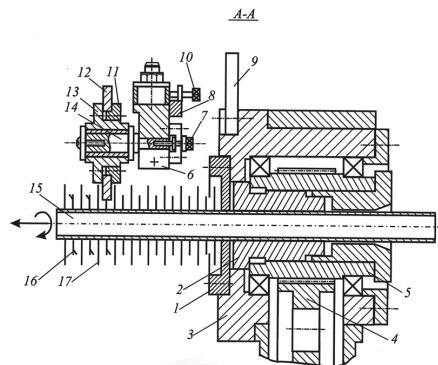
1. Устройство для резки вершин ребер теплообменной трубы, содержащее вращающуюся фрезу с зубьями, расположенными под углом к ее торцу, отличающееся тем, что на плите с осью закреплены рычаги, один из которых связан с приводом пневмоцилиндра, на другом рычаге размещены планка с опорой и осью, на которой установлен вращающийся фланец с закрепленной фрезой без ее осевого перемещения, фиксатор и разделитель витков.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что ось, несущая фрезу, снабжена регулировочным винтом.

(56)

1. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: Справочник /Под общ. ред. В.Б. Кунтыша, А.Н. Бессонного. - СПб.: Недра, 1996. - С. 28-29.

2. Антуфьев В.М. Эффективность различных форм конвективных поверхностей нагрева. - Л.: Энергия, 1966. - С. 114-121.



Фиг. 1

3. Кунтыш В.Б., Иохведов Ф.М., Таранян И.Г., Мирмов Н.И. Приспособление для изготовления теплообменных труб с поперечными разрезными ребрами // Технология судостроения. - 1974. - № 10. - С. 43-45.

4. Кунтыш В.Б., Иохведов Ф.М., Таранян И.Г., Мирмов Н.И. Способ разрезки ребер теплообменных труб // Энергомашиностроение. - 1974.- № 11. - С. 34-35.

5. А.с. СССР 1394026 А2, МПК F 28F 1/24, 1988.

6. Кунтыш В.Б., Теляев Р.Ф., Пиир А.Э., Мулин В.П. Интенсификация теплоотдачи шахматных поперечно обтекаемых воздухом пучков применением труб со спирально навитыми равно- и разновысотными подогнутыми ребрами // Интенсификация теплообмена. Радиационный и сложный и теплообмен. Тр. Третьей Рос. нац. конф. по теплообмену. - М.: Изд-во МЭИ, 2002. - Т. 6. - С. 133-136.

7. А.с. СССР 1606213 А1, МПК В 21С 37/20, В 21Н 3/12, 1990 (прототип).

---

Полезная модель относится к области обработки металлов давлением, в частности к оборудованию для обработки спирально-навивных ребер из металлической пластичной теплопроводной ленты, поставленной на ребро, на круглую несущую трубу.

Биметаллические трубы со спирально-навивными ребрами L-образного поперечного сечения нашли широкое применение в теплообменных секциях аппаратов воздушного охлаждения нефтехимической, химической и газовой промышленности, в воздухоохлаждаемых конденсаторах паротурбинных установок, в калориферах общепромышленного назначения, в конденсаторах холодильных установок, в теплоутилизаторах тепловых насосов.

Материал ленты - пластичные (мягкие) алюминиевые сплавы АD1М, А5М, А7М. Также возможно использовать медную ленту. Исходная толщина ленты  $\delta = 0,4$  мм, средняя толщина получаемого трапециевидного ребра  $\Delta = 0,33-0,36$  мм. Материал несущей круглой трубы выбирается с учетом коррозионных свойств движущегося внутри теплоносителя (технологического продукта), а также технических и температурных параметров. В АВО преимущественно применяют несущие трубы наружного диаметра 25 и 38 мм из углеродистых и нержавеющей сталей. Высота ребра  $h = 14-16$  мм, шаг ребра  $s = 2,3-3,0$  мм. Наряду с трубами со спирально-навивными ребрами в АВО применяют трубы со спирально-накатными алюминиевыми ребрами. Средняя толщина ребра  $\Delta = 0,5-0,6$  мм, но жесткость их значительно больше жесткости навитых ребер, поэтому они менее склонны к смятию от внешних усилий. Конструкции, геометрические параметры ребер и несущих труб подробно описаны в [1]. По энергетической эффективности оба типа труб равноценны, но расход алюминия на накатное ребрение 1 м трубы в 1,6-1,7 раза [1] больше по сравнению с этой характеристикой при ребрении трубы лентой. В связи с этим перспективно применение труб со спирально-навивными алюминиевыми ребрами.

Одним из направлений увеличения аппаратной тепловой мощности, снижения объемно-массовых характеристик является применение труб с высокими (длинными) ребрами с малым шагом. Именно длинноребристые трубы применяются в современных газожидкостных теплообменниках, типичными представителями которых являются теплообменные секции АВО. Ежегодно на изготовление новых АВО и модернизацию действующих выпускается до 1,0-1,5 млн. метров ребристых труб. Однако высокоребристые трубы - это трубы с узкими межреберными каналами, в которых формируются неудовлетворительные гидродинамические условия для течения потока, по высоте канала значителен градиент скорости воздуха, на боковой поверхности ребра образуется утолщенный пограничный слой воздуха, что снижает теплоотдачу до 40-50 % по сравнению с низкоребристыми трубами [1]. Для устранения этого недостатка было предложено [2] турбулизовать течение потока в межреберных каналах, применяя для этой цели видоизмененную конструкцию

ребра, в частности расчленение (разрезку) каждого спирального ребра по всей его высоте на короткие пластинки с отогнутыми в противоположные стороны концами. Для расчленения применен метод пластической деформации ребра без удаления металла в стружку. Отогнутые концы пластинок являются генераторами вихреобразований, турбулизирующих течение потока в межреберных каналах, периодически прерывают и разрушают пограничный слой на поверхности ребра. Этот способ интенсификации теплоотдачи при вынужденной конвекции воздуха оказался весьма продуктивным и позволил увеличить тепловую эффективность труб с расчлененными (разрезанными) спиральными ребрами в 1,5-1,8 раза [2] по сравнению со сплошными гладкорребристыми трубами.

Известно приспособление [3, 4] для разрезки на полную высоту каждого спирального ребра, которое реализует метод пластической деформации материала оребрения в результате силового воздействия режущим инструментом. В качестве инструмента применен дисковый нож с двухсторонней заточкой, свободно сидящий на оси и совершающий вращение вокруг нее при одновременном движении в направлении продольной оси трубы. В результате образуется продольный рез с одновременной отгибкой концов пластинок в направлении движения без удаления материала оребрения. Затем труба поворачивается и приспособление совершает обратное движение. Таким образом, за два хода приспособления вдоль продольной оси трубы формируется разрезное ребро в виде коротких пластинок с отогнутыми концами в противоположные стороны. Количество дисковых ножей, закрепленных в приспособлении, равно половине числа продольных разрезов. Однако разрезка ребра этим приспособлением вызывает сильное загромождение концами пластинок межреберных каналов, тем самым увеличивая склонность трубы к загрязнению, особенно в прикорневой зоне, сложность компоновки его в единую технологическую линию оребрения труб лентой без снижения производительности последней, необходимость применения дисковых ножей малой толщины, что сказывается на их прочности.

Проведенный анализ гидродинамики потока вокруг труб с разрезными ребрами показал, что можно избежать некоторых недостатков от разрезки, применив расчленение каждого второго ребра [5], т.е. по схеме - расчлененное ребро - сплошное ребро - расчлененное ребро и т.д., при этом осуществив лишь вершинную разрезку на небольшую высоту. Для разрезки ребер применена дисковая фреза с коническими зубьями небольшой высоты, но большей толщины. В результате повысилась надежность устройства, производительность разрезки синхронизирована с производительностью линии по оребрению труб. Разрезанные ребра с шагом через одно ребро уменьшили загромождение каналов, улучшили их вентиляцию и снизили загрязняемость как каналов, так и боковой поверхности ребер. Конечно, при такой разрезке степень турбулизации потока понизилась и, как следствие, уменьшились тепловая эффективность и аэродинамическое сопротивление. Однако обе эти характеристики изменились пропорционально, что энергетически выгодно. Основным преимуществом явилось то, что специальный узел для разрезки ребер устанавливается на линии оребрения трубы, при этом трудоемкость изготовления не увеличивается.

Он нашел применение на заводах по изготовлению теплообменных секций для АВО. Однако существенным недостатком этого устройства для расчленения каждого второго спирального ребра является возможность его применения лишь для двухзаходных ребер одинаковой высоты. Расчленение однозаходных спиральных ребер оказалось невозможным, как и ребер разной высоты.

Для уменьшения загрязняемости поверхности оребрения, уменьшения расхода алюминия, снижения стоимости предложена конструкция [6] круглой теплообменной трубы со спирально-навивными двухзаходными ребрами разной высоты. Ребра расположены в чередующемся порядке: высокое ребро - низкое - высокое - низкое и т.д. Энергетическое совершенствование трубы целесообразно осуществлять расчленением на короткие участки вершины низкого ребра, имеющего высокий тепловой КПД. Разрушение пограничного

слоя воздуха на поверхности низкого ребра в сочетании с вихревой турбулизацией течения потока в межреберных каналах вызовет интенсивный конвективный теплообмен.

Для расширения технологических возможностей с целью применения для расчленения однозаходных спиральных ребер предложен инструмент [7], который принят за прототип, для обработки поперечных ребер теплообменных труб, который расчленяет вершину ребра на короткие участки в каком-то определенном чередующемся порядке, например когда на один обработанный виток спирального ребра приходится один необработанный. Инструмент имеет вращающуюся фрезу с зубьями (резцами), расположенными на наружной боковой поверхности под углом 15-30° относительно ее торцевых поверхностей, но зубья-резцы выполнены лишь на части боковой поверхности, а другая часть поверхности фрезы не имеет зубьев. Фреза кроме вращения имеет возможность осевого перемещения на шпинделе. По существу фреза имеет как резцовую, так и безрезцовую части. Если длина окружности ребра, например, в два раза меньше длины окружности фрезы, то при обработке (расчленении) сребренной трубы разрезка ребер происходит поочередно, т.е. через ребро. Инструмент также компоуется в единую технологическую линию оребрения трубы, при этом скорость рассечки вершины ребра идентична скорости оребрения трубы. Инструмент успешно внедрен в 1990 г. на Таллинском машиностроительном заводе им. Лауристана при выпуске АВО типа 2АВГ-75 [1] для компримирования природного газа, а параметры разрезанных ребер этим инструментом введены в ТУ 26-0310-97-86. Для расчленения вершин разной высоты инструмент оказался непригодным вследствие того, что при разрезке низкого ребра фреза входит относительно глубоко между высокими ребрами и поскольку плоскость спирального ребра является винтовой, а плоскость фрезы - прямой, то при вращении сребренной трубы возникает трение между поверхностью высокого ребра, приводящее к его смятию и дальнейшему заклиниванию смятых ребер. Вследствие свободного осевого перемещения фрезы на шпинделе может произойти сбой положения фрезы относительно ребер.

Задача полезной модели - повышение надежности устройства для качественной разрезки вершины низкого ребра двухзаходной оребренной трубы.

Поставленная задача достигается тем, что устройство для разрезки вершин ребер теплообменной трубы, содержащее вращающуюся фрезу с зубьями, расположенными под углом к ее торцу, отличается тем, что на плите с осью закреплены рычаги, один из которых связан с приводом пневмоцилиндра, на другом рычаге размещены планка с опорой и осью, на которой установлен вращающийся фланец с закрепленной фрезой без ее осевого перемещения, фиксатор и разделитель витков, при этом ось, несущая фрезу, снабжена регулировочным винтом.

Принципиальные отличительные признаки заявляемой полезной модели от прототипа заключаются в том, что фреза имеет зубья по всей ее окружности и отсутствует возможность осевого перемещения фрезы. Это позволяет устранить недостатки, присущие прототипу, без снижения производительности линии по оребрению трубы.

Полезная модель поясняется фиг. 1, 2. На фиг. 1 изображен вид сбоку (разрез А-А), а на фиг. 2 показан вид в торец устройства.

Устройство для разрезки вершин ребер теплообменной трубы входит в состав устройства для двухзаходного спирального оребрения труб, которое состоит из навивочного инструмента - формообразующего фланца 1, вращающегося инструмента 2, корпуса 3 и средств привода - шестерен 5 и приводного колеса 4.

Устройство для разрезки вершин ребер смонтировано на корпусе 3 навивочного устройства с помощью плиты 9, несущей ось 20 с закрепленными на ней рычагами 19 и 21. Рычаг 23 снабжен планкой 22, на которой с возможностью разворота размещены опора 6 и несущая ось 14. На оси 14 с возможностью свободного вращения установлен фланец 13 с закрепленной на ней фрезой 12 с помощью фланца 11.

# ВУ 10127 U 2014.06.30

Фреза 12 имеет зубья, расположенные под углом к торцу фрезы. Опора 6 снабжена фиксатором, выполненным в виде дополнительной планки 8 с регулировочным винтом 10, обеспечивающим регулировку угла разворота фрезы 12 в зависимости от шага оребрения. Плита 9 имеет упор 26, взаимодействующий с рычагом 23, ограничивающий и регулирующий глубину внедрения фрезы 12 в низкие ребра 16 двухзаходной оребренной трубы 75 с разновысотными ребрами 16, 17.

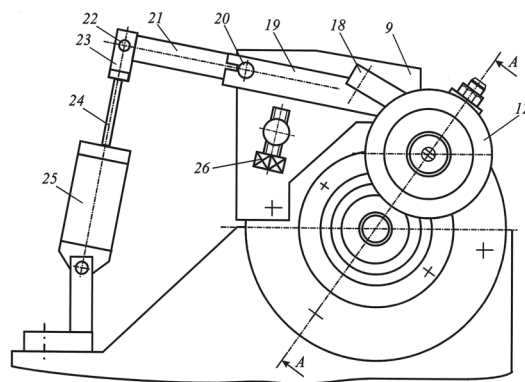
Рычаг 25 взаимодействует через ось 22 и серьгу 23 со штоком 24 пневмоцилиндра 25, приводя в движение фрезу 12 в направлении к ребрам 16. Для ориентирования положения фрезы 12 относительно ребер 16 служит регулировочный винт 7.

Устройство работает следующим образом. Перед началом работы фреза 12 повернута на угол, соответствующий шагу оребрения, и установлена относительно высоких ребер 17 таким образом, что при движении к трубе 15 фреза 12 точно опустится на низкое ребро 16. Поскольку фреза 12 свободно посажена на ось 14, а оребренная труба 15 вращается, то при соприкосновении фрезы с низким ребром 16 она начинает вращаться и одновременно под действием пневмоцилиндра 25 врезаться в ребро, разрезая его вершину на заданную высоту. Так как зубья фрезы выполнены под углом к ее торцу, то разрезаемый элемент на ребре отгибается.

Рассеченные и отогнутые элементы вершины низкого ребра при работе оребренной трубы в составе секций аппарата воздушного охлаждения создают условия для турбулизации воздушного потока, омывающего соседние высокие ребра, разрушая пограничный воздушный слой на поверхности ребер, повышая тем самым энергетическую эффективность трубы. Наличие только одной фрезы, вступающей во взаимодействие с низким ребром и свободно размещающейся между высокими ребрами, значительно уменьшает вероятность смятия ребер и повышает надежность работы и качество оребренных труб.

В результате изложенные отличительные признаки в совокупности позволили положительно решить задачу полезной модели. Полезная модель апробирована на ЗАО "Октябрьскиймаш" и обеспечила качественную и надежную разрезку низких ребер трубы с разновысотными ребрами.

Полезная модель может быть использована заводами химического, энергетического, коммунального машиностроения при изготовлении теплообменников "газ-жидкость" из биметаллических труб со спирально-навивными алюминиевыми разновысотными ребрами.



Фиг. 2