



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 44251

(13) C2

(51) 6 F28B1/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПУЧОК ТРУБ ДЛЯ КОНДЕНСАТОРА ПАРИ

1

2

(21) 96020557

(22) 15 02 1996

(24) 15 02 2002

(46) 15 02 2002, Бюл. № 2, 2002 р

(31) 9502127

(32) 23 02 1995

(33) FR

(72) Андрію Бернар, FR, Карпантьє Даніель, FR

(73) ЖЕ-Е-СЕ АЛЬСТОМ ДЕЛЯ, FR

(56) 1 Патент Франції № 1391661

2 Патент США № 3138928

3 Christ Von Dr A Dampfgassen und Ent-  
luftungsstellen in Kondensatoren Schweizerische  
Bauzeitung, vol 79, no 46, 16 Novembre 1961(57) 1 Пучок труб для конденсатора пара, в кото-  
ром проекция на плоскость, перпендикулярную  
оси труб, контура трубных зон имеет форму вееро-  
образно расходящихся выступов (6, 10-18), **от-**  
**личающийся** тем, что по меньшей мере некото-  
рые (6, 10-13) из выступов содержат по меньшей  
мере одно разветвление (8, 9, 28, 29, 32-35, 46,  
47, 48, 49), и тем, что указанные расходящиеся  
выступы расходятся от трубного участка, обра-  
зующего по существу круглое кольцо (22)2 Пучок труб по п 1, **отличающийся** тем, что  
расходящиеся выступы имеют в своем основании  
расширительный участок (7), который расширяет-ся и разделен на две ветви (8, 9) одинаковой топ-  
щины в том месте, где толщина расширительного  
участка выступа находится в пределах от полу-  
торной до двойной толщины его основания3 Пучок труб по п 1 или 2, **отличающийся** тем,  
что толщина указанного трубного участка, обра-  
зующего кольцо (22), по существу постоянна4 Пучок труб по любому из пунктов 1-3, **отли-**  
**чающийся** тем, что трапециевидная трубная зона  
(27), называемая охладителем воздуха, окружена  
зонтом (51), за исключением ее нижней стороны, и  
расположена внутри указанного трубного кольца  
(22), причем нетрубная кольцевая зона (26) отде-  
ляет трапециевидную трубную зону (27) от труб-  
ного кольца (22), которое имеет разрыв (25), в  
который введена верхняя часть зонта (51) с зазо-  
ром между нетрубным кольцом (26) и нетрубным  
щелевым зазором (19) для пропуска пара, выпол-  
ненным между двумя выступами (17, 18), причем  
зонт соединен с несколькими отводными трубами  
(52), пропущенными по указанному щелевому за-  
зору (19)5 Пучок труб по п 4, **отличающийся** тем, что  
указанные два выступа (17, 18), разделенные ще-  
левым зазором (19), не имеют ответвлений и тем,  
что они имеют прямоугольное сечение

Настоящее изобретение относится к пучку  
труб для конденсатора пара, в котором проекция  
зон в пучке на плоскость, перпендикулярную оси  
труб образует конфигурацию в виде контура  
трубных веерообразно расходящихся выступов

Во Французском патенте № 1391661 описан  
пучок труб такого типа

В таком пучке имеется свободная от труб впа-  
дина треугольной формы между каждым из рас-  
ходящихся выступов, образующих трубную зону  
Такая впадина необходима для пропуска пара к  
трубам двух выступов, расположенных по обе  
стороны от впадины Поэтому впадину можно на-  
зывать "питающей" трубы в 2 - х полувыступах на  
каждой стороне впадины

Полное поперечное сечение, занятое пучком,

зависит от

площади сечения трубной зоны, которая зави-  
сит от числа труб и от шага между трубами,

площади сечения, необходимой для указан-  
ных впадин, обеспечивающих пропуск пара между  
выступами, и

площади сечения свободных от труб зон, в  
свою очередь зависящей от ограничений контура,  
например, вокруг трубной зоны, называемой воз-  
духоохладителем

При заданной постоянной скорости  $V$  (м/с) па-  
ра во впадине между двумя выступами, заданной  
длине  $L$  (м) труб и одинаковом для всех труб за-  
данном расходе  $q_L$  (м<sup>3</sup>/с) пара, который конденса-  
руется на каждой трубе, можно вычислить, что  
сечение  $S$  треугольной впадины равно  $1/2 \text{ IH}$  (где

(13) C2

(11) 44251

(19) UA

$l$  - ширина впадины, т.е. расстояние между двумя выступами на их концах, а  $H$  - высота впадины, соответствующая высоте двух полувыступов на любой стороне впадины), и также определяют по формуле  $S = NH (q_1 / 2LV)$

где  $N$  - количество труб в двух полувыступах на которые поступает пар по треугольной впадине высотой  $H$

Из этого следует, что площадь сечения впадины или участок свободной от труб площади для пропуска пара к двум полувыступам по обе стороны впадины - пропорциональна количеству  $N$  труб в двух примыкающих полувыступах и высоте  $H$  впадины

Поэтому, чем больше пучки с длинными выступами и, следовательно, глубокими впадинами, тем больше потребная свободная от труб площадь для питания каждой трубы в отличие от меньших пучков с более короткими выступами

Следовательно, при заданной скорости  $V$  пара количество труб, которое может быть установлено на единицу площади уменьшается с увеличением высоты  $H$  треугольных впадин для пропуска пара

Однако, теплота конденсации в пучке труб пропорциональна площади поверхности теплообмена и, следовательно, зависит от количества труб

Задача настоящего изобретения - путем придания пучку труб новой конфигурации, повысить степень заполнения трубной зоны по отношению к общему сечению пучка труб, снижая, таким образом, размеры такого пучка при тем же количестве труб, и повысить коэффициент теплообмена в пучке

Таким образом, согласно изобретению предложен пучок труб для конденсатора пара, в котором проекция на плоскость, перпендикулярную оси труб, контура трубных зон имеет форму веерообразно расходящихся выступов, отличающийся тем, что по меньшей мере некоторые из выступов содержат по меньшей мере одно разветвление и тем, что указанные расходящиеся выступы расходятся от трубного участка, образующего по существу круглое кольцо

Согласно другому отличию расходящиеся выступы имеют в своем основании расширительный участок, который расширяется и разделен на две ветви одинаковой толщины в том месте, где толщина расширительного участка находится в пределах от полуторной до двойной толщины его основания

Толщина указанного трубного участка, образующего кольцо, по существу постоянна

Согласно другому отличию трапециевидная трубная зона, называемая охладителем воздуха, окружена зонтом, за исключением его нижней стороны, и расположена внутри указанного трубного кольца, причем не трубная кольцевая зона отделяет трапециевидную трубную зону от трубного кольца, которое имеет разрыв, в который введена верхняя часть зонта с зазором между не трубным кольцом и не трубным допевым зазором для пропуска пара, выполненным между двумя выступами, причем зонт соединен с несколькими отводными трубами, пропущенными по указанному целевому зазору

Далее следует описание различных примеров воплощения, изобретения со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых

Фиг. 1 - проекционное изображение пучка труб в известном конденсаторе пара,

Фиг. 2, 3 и 4 - проекционное изображение трех пучков труб согласно изобретению для трех различных примеров отношения высота / ширина

На Фиг. 1 изображена проекция пучка труб для конденсатора пара. Это известный пучок с веерообразно расходящимися выступами

В плоскости, перпендикулярной оси труб 50, из которых все параллельны между собой, эта проекция образует контуры трубных зон. Эта плоскость параллельна концевым трубным доскам

Пучок содержит первую трубную зону 1, названную воздухоохладителем, которая имеет форму равнобокой трапеции и которая окружена, за исключением ее нижней стороны, зонтом, изображенным тонкой линией 51. Воздухоохладитель окружен второй трубной зоной, образующей множество веерообразно расходящихся выступов 2

Снаружи этих замкнутых контуров пространство свободно от труб, в частности, это паропроводные впадины 3 по существу треугольного сечения, выполненные между последующими парами выступов, а также зона 4 вокруг воздухоохладителя 1, т.е. между воздухоохладителем и основаниями выступов 2

Воздухоохладитель 1 обеспечивает, концентрирование неконденсирующихся газов или паров (воздуха) для того, чтобы удалять их вакуумными насосами. Для этого обтекатель 51 сообщается с несколькими отводными трубами 52, пропущенными по верхней впадине 3

В проекции, изображенной на Фиг. 1, а также и на других фигурах показаны только несколько труб 50 в каждой трубной зоне, а остальные участки трубных зон заштрихованы

Каждый из полувыступов 2 "питают" паром из смежной выемки 3. Каждый из выступов 2 также имеет узкую не трубную щель 5 (обычно шириной, равной ширине одного ряда труб), которая делит выступ на два полувыступа

Видно, что некоторые выступы 2, в частности, верхние выступы, очень длинные и "питаются" из глубоких паропроводных выемок 3, что неприемлемо по причинам, описанным выше, поскольку площадь треугольного не трубного сечения 3, которое необходимо для пропуска пара, пропорциональна высоте  $H$  выемки, и, следовательно, длине выступов

На Фиг. 2 показана проекция пучка труб согласно изобретению с отношением высоты к ширине, равным единице

Этот пучок также имеет веерообразно расходящиеся выступы, но он, кроме того, имеет существенные отличия согласно изобретению, заключающиеся в том, что некоторые (большинство, но не все), выступы разделены на ветви

Таким образом, можно видеть, что выступ 6, например, имеет расширительный участок 7, который расширяется от основания, а затем разветвляется на две ветви 8 и 9. Разветвление на две ветви имеет место там, где расширительный

участок 7 достигает ширины  $e_1$ , которая в полтора - два раза больше толщины его основания. Толщина двух ветвей 8 и 9 одинакова и она остается более или менее постоянной. Это относится и к выступам 10, 11, 12 и 13 и к выступам, которые расположены симметрично относительно оси  $\Delta$ .

Нижние выступы 14, 15 и 16 не разветвлены, но они очень короткие. Два верхних выступа 17 и 18 также не разветвлены и между ними выполнен прямоугольный не трубный щелевой зазор 19.

Остальные не трубные выемки для пропуска пара имеют треугольную форму, например, выемка 20 между выступами 18 и 6, а также выемка 21 между двумя ветвями 8 и 9 выступа 6.

Другое отличие изобретения заключается в наличии выступов, которые веерообразно расходятся от трубного участка в виде кольца 22. Пунктирная линия 23 позволяет только наглядно показать это кольцо между этой линией и линией 24, которая фактически составляет часть трубного контура. Толщина этого кольца по существу постоянна, причем в его нижней части она несколько больше.

Как и пучок труб в известном конденсаторе изображенный на фиг. 1, предложенный пучок труб содержит трапециевидную трубную зону 27, служащую воздухоохладителем 1 (фиг. 1). За исключением нижней стороны, этот воздухоохладитель окружен зонтом, показанным тонкой линией 51. Трубное кольцо 22 имеет разрыв 25, в который ведена верхняя часть зонта 51. Зазор между зонтом 51 и трубным кольцом 22 позволяет пропуск пара из щелевого зазора 19 в не трубную зону 26, выполненную между воздухоохладителем 27 и трубным кольцом 22. Зонт 51 содержит несколько отводных труб 52, пропущенных по зазору 19 и соединенных с вакуумными насосами для отвода неконденсированных газов.

Следует заметить, что разветвления начинаются в том месте, где выступы имеют толщину  $e_1$ . Разветвления образуют длинные впадины 20 и короткие впадины 21, таким образом, уменьшая площадь сечения, необходимого для пропуска пара. Разветвления трубных выступов 6, 10, 11, 12 и т.д., позволяют уменьшить толщину выступов без уменьшения количества труб, и таким образом

повысить теплообмен. Такое уменьшение толщины выступов позволяет допустить утолщение  $e_1$  в месте разветвления.

Таким образом, контур пучка труб согласно изобретению позволяет смонтировать большее количество труб на данной площади трубной доски, пользуясь теми же критериями задания размеров. По сравнению с прототипом (фиг. 1) можно смонтировать на 5 - 10% труб больше.

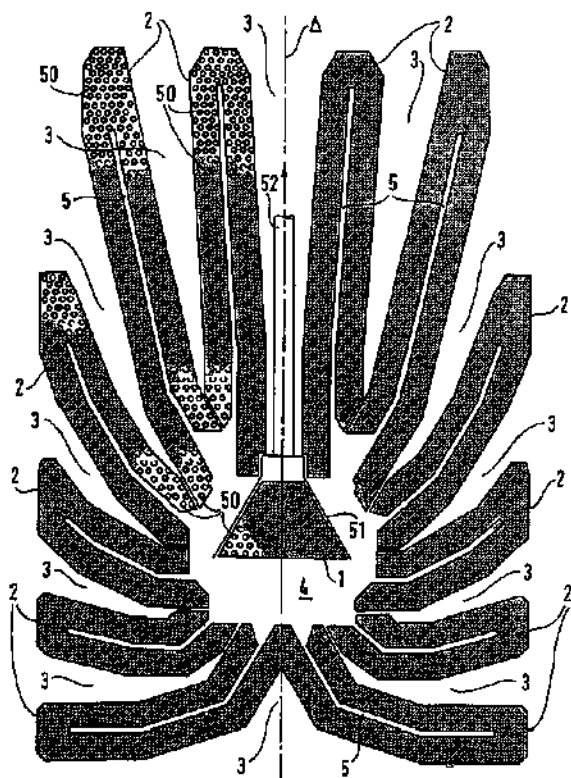
Следует также отметить, что коэффициент полезного действия труб более равномерно распределен и, в частности, исключается значительная концентрация труб в основании выступов. В конденсаторе пара мощностью 1000 МВт может быть достигнуто снижение давления конденсации порядка 2 - 3 мБар.

На фиг. 3 показан другой пример пучка труб с отношением высоты к длине, равным 0,6. В этом случае можно видеть, что выступы 11 и 12, а также выступы, симметричные им относительно оси  $\Delta$ , разветвляются сначала на пары ветвей 28, 29 и 30, 31, а затем еще на две ветви 32, 33 ветви 28 и 34, 35 ветви 39. Ветвь 31 выступа 12 еще раз разветвляется на две ветви 36 и 37. Между всеми этими ветвями выполнены впадины 38 - 45 различной высоты.

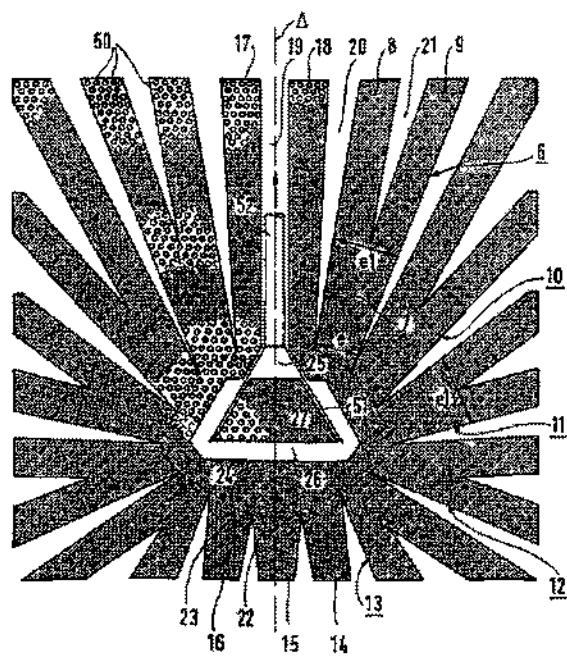
На фиг. 4 показан еще один пример пучка труб, в котором отношение высоты к ширине пучка равно 1,7. В этом примере выступ 6 и симметричный ему выступ разветвлены на две ветви 46 и 47, а затем ветвь 46 разветвлена еще раз на две ветви 48 и 49.

Вообще, трубы лучше распределены на трубной доске, поскольку степень заполнения периферийной части трубной доски выше, что позволяет исключить чрезмерную концентрацию труб, что отрицательно сказывается на теплообмене.

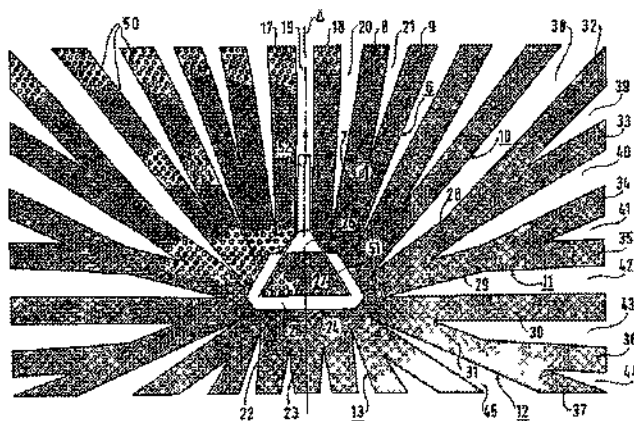
Таким образом, как показали расчеты, в известной конструкции трубы верхних выступов, расположенные на части полудлины и на концах выступов, составляют 49,3% от общего количества труб, а в пучке труб согласно изобретению этот показатель может быть поднят до 54,6%. Следовательно, периферия трубной доски используется более эффективно.



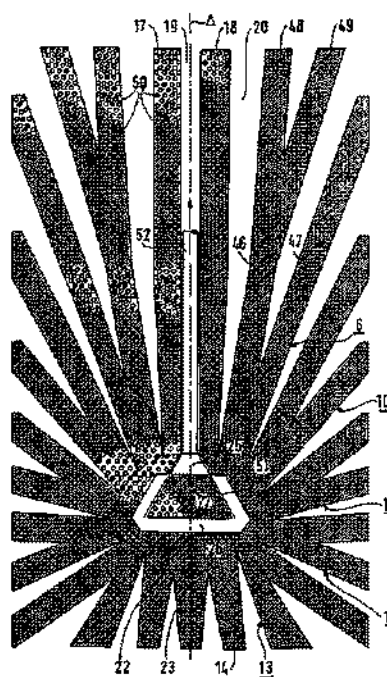
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4