



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005108775/02, 28.03.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.03.2005

(43) Дата публикации заявки: 10.10.2006

(45) Опубликовано: 20.01.2007 Бюл. № 2

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2132759 C1, 10.07.1999. RU 2212301
C2, 20.09.2003. SU 1625554 A1, 07.02.1991. US
4413395 A, 08.11.1983. FR 2428485 A, 11.01.1980.

Адрес для переписки:

443086, г.Самара, Московское ш., 34, СГАУ,
отдел интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Козий Сергей Иванович (RU),
Батраев Геннадий Андреевич (RU),
Козий Софья Сергеевна (RU),
Трегуб Валерий Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

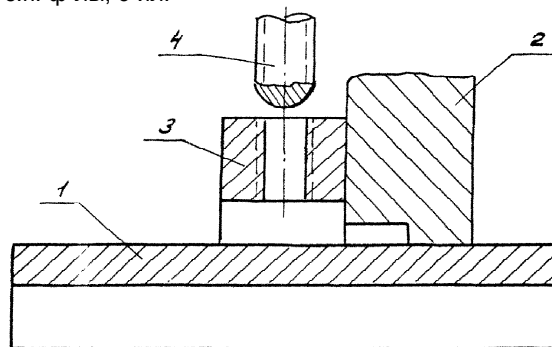
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Самарский государственный аэрокосмический
университет им. акад. С.П. Королева (RU),
Общество с ограниченной ответственностью
"Ремонтно-механический завод" (RU)

(54) СПОСОБ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ТРУБ В ТРУБНЫХ РЕШЕТКАХ

(57) Реферат:

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано при закреплении труб трубных шпилек в трубных решетках теплообменных аппаратов с использованием направленного пластического деформирования материала трубы. Трубу устанавливают в отверстие трубной решетки, имеющее кольцевую выемку, с выступанием торца над лицевой поверхностью решетки. Трубу фиксируют от осевого перемещения путем размещения на части выступающего конца кольца-фиксатора с резьбовыми отверстиями, в которые вворачивают болты с обеспечением локального формирования на трубе пуклевок. Выступающий конец трубы профилируют. На трубе формируют кольцевое утолщение, расположенное в кольцевой выемке решетки, и кольцевой выступ с лицевой стороны решетки. После закрепления профилированного конца трубы производят круговую сварку трубы с трубной решеткой. Затем

осуществляют дорнование трубы с обеспечением ее раздачи в пределах толщины трубной решетки и в месте расположения пуклевок и пластического течения материала трубы относительно кромки трубного отверстия с тыльной стороны трубной решетки. В результате обеспечивается повышение качества полученного неразъемного соединения. 1 з.п. ф-лы, 9 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2005108775/02, 28.03.2005**(24) Effective date for property rights: **28.03.2005**(43) Application published: **10.10.2006**(45) Date of publication: **20.01.2007 Bull. 2**

Mail address:

**443086, g.Samara, Moskovskoe sh., 34, SGAU,
otdel intellektual'noj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Kozij Sergej Ivanovich (RU),
Batraev Gennadij Andreevich (RU),
Kozij Sof'ja Sergeevna (RU),
Tregub Valerij Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovaniya
Samarskij gosudarstvennyj aehrokosmicheskij
universitet im. akad. S.P. Koroleva (RU),
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
"Remontno-mekhanicheskij zavod" (RU)**

(54) **TUBE TO TUBE WALLS SECURING METHOD**

(57) Abstract:

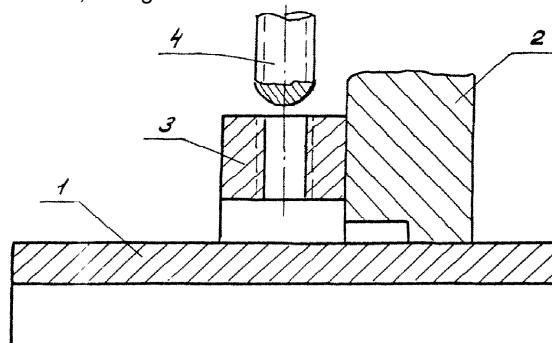
FIELD: plastic working of metals, possibly tube securing to tube walls of heat exchange apparatuses by means of directed plastic deforming of tube material.

SUBSTANCE: method comprises steps of placing tube in tube wall opening with annular recess at providing protrusion of tube end over front surface of tube wall; fixing tube against axial motion due to placing on part of its protruded end locking ring with threaded holes for screwing-in bolts and for forming local bulged portions on tube; profiling protruded end of tube; shaping annular thickened portion on tube arranged in annular recess of tube wall and shaping annular protrusion on front side of tube wall. After securing profiled end of tube circular welding of tube to tube wall is realized. Then tube is broached for expanding it in range of tube wall

thickness value in zone of bulged portions and for creating plastic yielding of tube material relative to edge of opening at back side of tube wall.

EFFECT: improved quality of non-detachable tube-to-tube wall joint.

2 cl, 9 dwg



Ф4 cl. 1

Изобретение относится к области обработки металлов давлением и, в частности, к процессам закрепления труб трубных шпилек в трубных решетках теплообменных аппаратов с использованием эффекта локализованного направленного пластического деформирования материала трубы.

- 5 Известен способ комбинированного закрепления труб трубных шпилек в трубных решетках, при котором трубную шпильку устанавливают в трубные отверстия, фиксируют ее от возможного осевого перемещения, обваривают торцы труб на лицевой поверхности трубной решетки с последующей развальцовкой труб путем приложения сжимающего к их внутренней поверхности усилия, например механической вальцовкой (см. Дорошенко П.А. 10 Технология производства судовых парогенераторов и теплообменных аппаратов. - Ленинград, Судостроение, 1972, 143 с.).

К главному недостатку известного способа закрепления труб трубных шпилек в трубных решетках следует отнести повышенную стоимость производства комбинированных соединений. Кроме того, последние имеют определенное ограничение по использованию, 15 так как не все материалы, образующие пары соединяемых элементов, являются свариваемыми.

- Известен также способ закрепления труб в трубных решетках, включающий операции подготовки трубы к сборке с трубной решеткой, установку трубы в отверстие трубной решетки с выступанием ее торца над лицевой поверхностью трубной решетки, 20 фиксирование трубы от осевого перемещения, последующее профилирование конца трубы, установку полученного профилированного конца трубы в трубное отверстие и его закрепление (см RU 2132759, В 21 D 39/06, Бюл. №19 от 10.07.1999 - прототип).

Недостатком известного способа является то, что применительно к тонкостенным трубам малого диаметра трубных шпилек имеют место проблемы с их фиксированием от 25 осевых перемещений. Удержание труб трубной шпилеки от осевых перемещений с тыльной стороны трубной решетки связано с опасностью их деформирования, потерей устойчивости в силу относительно малой продольной жесткости. Фиксирование же трубы посредством вальцовки сопряжено с упрочнением материала трубы и утонением ее стенки, что накладывает определенные ограничения на последующее закрепление трубы в трубном 30 отверстии.

Задачей изобретения является разработка такого способа закрепления труб трубных шпилек в трубных решетках, который бы обеспечивал требуемое качество неразъемных соединений, а также устранял проблемы с фиксированием труб трубной шпилеки от осевых перемещений.

- 35 Технический результат достигается тем, что в способе, включающем операции подготовки трубы к сборке с трубной решеткой, установку трубы в отверстие трубной решетки с выступанием ее торца над лицевой поверхностью трубной решетки, фиксирование трубы от осевого перемещения, последующее профилирование конца 40 трубы, установку полученного профилированного конца трубы в трубное отверстие и его закрепление, согласно изобретению отверстие трубной решетки выполняют с кольцевой выемкой, расположенной с лицевой стороны трубной решетки, фиксирование трубы от осевого перемещения осуществляют путем размещения на части длины выступающего из трубной решетки конца трубы кольца-фиксатора с поперечными резьбовыми отверстиями и 45 вворачивания в указанные резьбовые отверстия болтов с обеспечением внедрения их торцов во внешнюю поверхность трубы и локального формирования на ней пуклевок, установку конца трубы в трубное отверстие и его закрепление производят формированием на трубе кольцевого утолщения, расположенного в кольцевой выемке трубного отверстия, и кольцевого выступа с лицевой стороны трубной решетки, после закрепления 50 профилированного конца трубы в трубном отверстии производят круговую сварку трубы с трубной решеткой, после чего осуществляют дорнование трубы с обеспечением ее раздачи в пределах толщины трубной решетки и в месте расположения пуклевок и пластического течения материала трубы относительно кромки трубного отверстия с тыльной стороны трубной решетки с получением дополнительного фиксирования трубы, что позволяет также

осуществлять закрепление труб трубных шпилек U-образных трубных пучков

Осуществление предлагаемого способа закрепления труб в трубных решетках позволяет получать качественные неразъемные соединения и не вызывает проблем с фиксированием каждой трубы трубной шпильки от осевых ее перемещений перед выполнением операции профилирования выступающего конца.

Это объясняется тем, что фиксирование каждой трубы от осевых перемещений достигают локальным пластическим деформированием стенки трубы крепежными элементами с формированием пуклевков. Размещение крепежных элементов в пуклевках формирует заданные силы трения между их торцами и поверхностью трубы и позволяет гарантированно удерживать каждую трубу от каких-либо перемещений. Последующее устранение пуклевков увязано с операцией дорнования полости трубы и дополнительного формирования плотностей на кромке трубного отверстия с тыльной стороны трубной решетки.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг.1 - приведено исходное положение трубной решетки и одной из труб трубной шпильки, а также технологической оснастки перед локальным фиксированием трубы от осевых перемещений; на фиг.2 - окончание операции локального фиксирования трубы от осевых перемещений; на фиг.3 - исходное положение технологической оснастки и трубы трубной шпильки перед выполнением профилирования выступающего торца трубы операцией раздачи-калибровки; на фиг.4 - окончание операции раздачи-калибровки выступающего конца трубы; на фиг.5 - размещение торца калиброванного участка трубы в площади трубной решетки; на фиг.6 - окончание стадии пластического сжатия материала трубы с формированием кольцевого выступа, на фиг.7 - труба, орбитально сплавленная с материалом трубной решетки, перед выполнением операции дорнования; на фиг.8 - окончание операции дорнования полости трубы, вызывающей фиксирование трубы на стенках трубного отверстия, и локальную раздачу материала трубы по местоположению пуклевков; на фиг.9 - высококачественное неразъемное соединение трубы с трубной решеткой.

Вариант осуществления изобретения состоит в следующем.

На длинномерной теплообменной трубе 1 (фиг.1) трубной шпильки выполняют операции с целью подготовки внешней поверхности ее концов к закреплению в отверстиях трубной решетки: правка трубы, отрезка мерной длины, зачистка внешней поверхности концов до металлического блеска.

Далее осуществляют гибку длинномерной трубы на заданный радиус с образованием, так называемой, трубной шпильки. Для обеспечения требуемого качества изгиба используют наполнитель, например песок.

Новая технология образования неразъемного соединения начинается с выполнения качественных отверстий в трубной решетке 2. Для чего предусматривают сверление предварительных отверстий в трубной решетке, их рассверливание и последующее дорнование, обеспечивая превышение диаметра отверстия трубной решетки над внешним диаметром трубы в пределах 0,025 мм. Затем в отверстиях трубной решетки с лицевой стороны последней выполняют кольцевые выемки, формируя острую кромку на стенах трубного отверстия. При установке концов трубной шпильки в отверстия трубной решетки обеспечивают выступание части их длины над лицевой поверхностью трубой решетки. Далее в пределах только части длины трубы, располагаемой над трубной решеткой, размещают кольцо-фиксатор 3 с поперечными резьбовыми отверстиями и болтами 4 в них (фиг.1).

Вворачивая болты 4 в резьбовые отверстия кольца-фиксатора, производят локальное внедрение торцов последних во внешнюю поверхность трубы с образованием пуклевков (фиг.2). Деформирующее трубу локальное усилие формирует силовое поле трения на закругленных торцах болтов. Прочностные характеристики болтов и упомянутое силовое поле трения гарантируют качественное фиксирование трубы от каких-либо перемещений.

После чего на части длины выступающего конца трубы размещают разъемную матрицу 5, охватываемую втулкой 6. В отверстие трубы вводят жесткий пуансон 7, имеющий

заходный конический участок (фиг.3).

Прикладывая осевое усилие к торцу пуансона, вызывают его перемещение и, как следствие, раздачу-калибровку конца трубы (фиг.4). Следует подчеркнуть, что максимальный диаметр калиброванного при раздаче конца трубы равен диаметру
 5 кольцевой выемки в отверстии трубной решетки. Аналогичную операцию производят и на второй трубе трубной шпильки.

После снятия технологической оснастки с выступающей над лицевой поверхностью трубной решетки конца трубы в полость конца трубы, образуемую после раздачи, вводят ступенчатый пуансон 8. И последующим приложением осевого усилия к торцу ступенчатого
 10 пуансона (фиг.5) последовательно достигают заполнения объема кольцевой выемки (где имеет место разворот сечения конического участка трубы относительно кромки отверстия трубной решетки) с заполнением объема между малой ступенью пуансона и внутренней поверхностью трубы. Как следствие, на трубе формируется кольцевое утолщение, занимающее объем кольцевой выемки, и кольцевой выступ на лицевой поверхности
 15 трубной решетки (фиг.6). Таким образом, на трубе локально, по поверхностям кольцевого утолщения, формируются кольцевые плотности. Увеличенные геометрические размеры кольцевого утолщения (по отношению к стенке трубы) обеспечивают и прочностные характеристики удержания трубы в отверстии трубной решетки.

Затем осуществляют сплавление материала трубы в кольцевом уступе с материалом
 20 трубной решетки.

Формирование дополнительной плотности на тыльной поверхности трубной решетки достигают выполнением операции дорнования полости трубы (фиг.7, 8) дорном 9 с пластическим течением материала трубы относительно тыльной кромки отверстия трубной
 25 решетки. Подчеркнем, что дорнование осуществляют по закрытой схеме в режиме растяжения, формируя поле осевых сжимающих напряжений в полотне трубы, и устраняют пуклевки путем локальной раздачи материала трубы до исходного ее диаметра (фиг.9).

Опытно-промышленная проверка разработанного способа прошла при закреплении стальных (сталь X18H10T) труб трубных шпилек в трубных решетках из стали 16ГС толщиной 40 мм. Исходные геометрические размеры поперечного сечения трубы
 30 составляли: внешний диаметр - 15 мм, толщина стенки - 1,0 мм. Трубные шпильки получали методом гибки с обкатыванием трубы роликом на неподвижной оправке с заданным минимальным радиусом.

Трубные отверстия изготавливались с диаметрами, равными $15,25^{+0,05}$ мм. Кольцевые выемки трубных отверстий имели диаметр, равный 16 мм, и глубину, равную 2,0 мм.

Кольцо-фиксатор изготавливалось из стали X12M с резьбовыми отверстиями под болты диаметром 10 мм. Пластическое локальное деформирование стенок трубы выполняли
 35 ручным вворачиванием болтов.

Разъемная матрица изготавливалась из стали X12M и имела кольцевую выемку с геометрическими размерами, соответствующими размерам кольцевой выемки трубной
 40 решетки. Кольцо, охватывающее разъемную матрицу, изготавливалось также из стали X12M. Максимальный диаметр жесткого пуансона (сталь У8А) в привязке к геометрическим размерам трубы составлял 14,1 мм. Длина выступающей части трубы над поверхностью разъемной матрицы составляла 8,0 мм.

Операцию раздачи-калибровки выполняли на дорнующем комплексе конструкции
 45 Ремонтно-механического завода НК ЮКОС с усилием до 4 кН.

Формирование кольцевых выступа и уступа производили на том же дорнующем комплексе при усилиях, не превышающих 50 кН.

Сплавление материала трубы с материалом трубной решетки выполняли аргоно-дуговой сваркой по известным режимам.

Дорнование полостей труб и локальную их раздачу по местоположению пуклевок
 50 выполняли на упомянутом дорнующем комплексе с усилиями в пределах 70 кН.

Технологическая оснастка для закрепления труб трубных шпилек в трубных отверстиях изготавливалась с твердостью HRC после закалки не менее 56 единиц и точностью

исполнительных размеров по 9-му качеству.

Установлено, что образование комбинированных неразъемных соединений тонкостенных труб трубных шпилек с трубными решетками, использующее эффект локального пластического материала трубы, обеспечивает гарантированные повышенные служебные характеристики соединений; устраняет какую-либо дефектность, влияющую на эксплуатацию трубного пучка, и существенно повышает технологичность производственного процесса.

Испытаниями на выдергивание труб трубной шпильки из трубной решетки подтверждены повышенные прочностные характеристики неразъемных соединений (превышают прочность исходной трубы на разрыв).

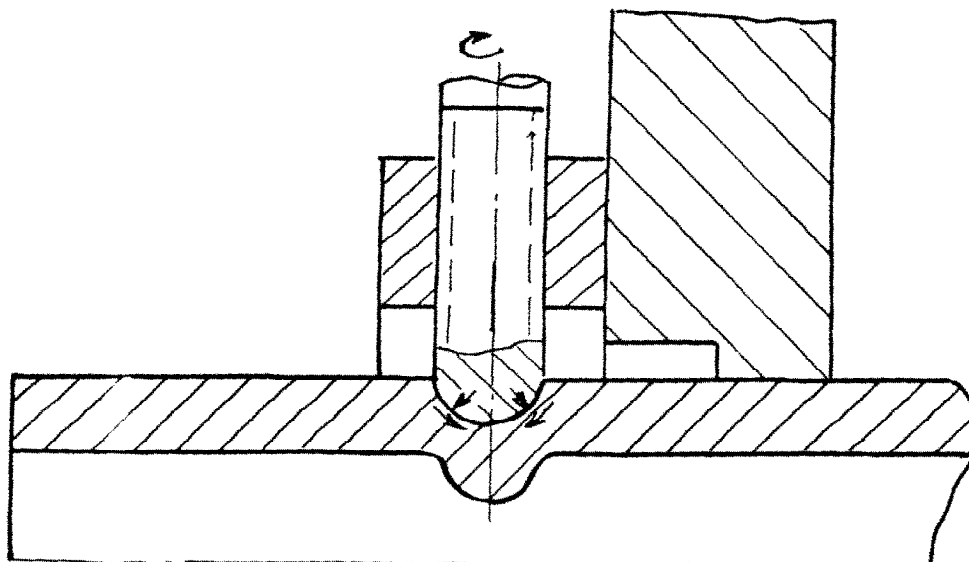
Плотность соединений в сочетании с высокой коррозионной стойкостью обеспечили 100% их пригодность требованиям производства.

Изобретение применимо при изготовлении трубных пучков теплообменных аппаратов нефтеперерабатывающей, нефтехимической, газовой и других отраслей промышленности.

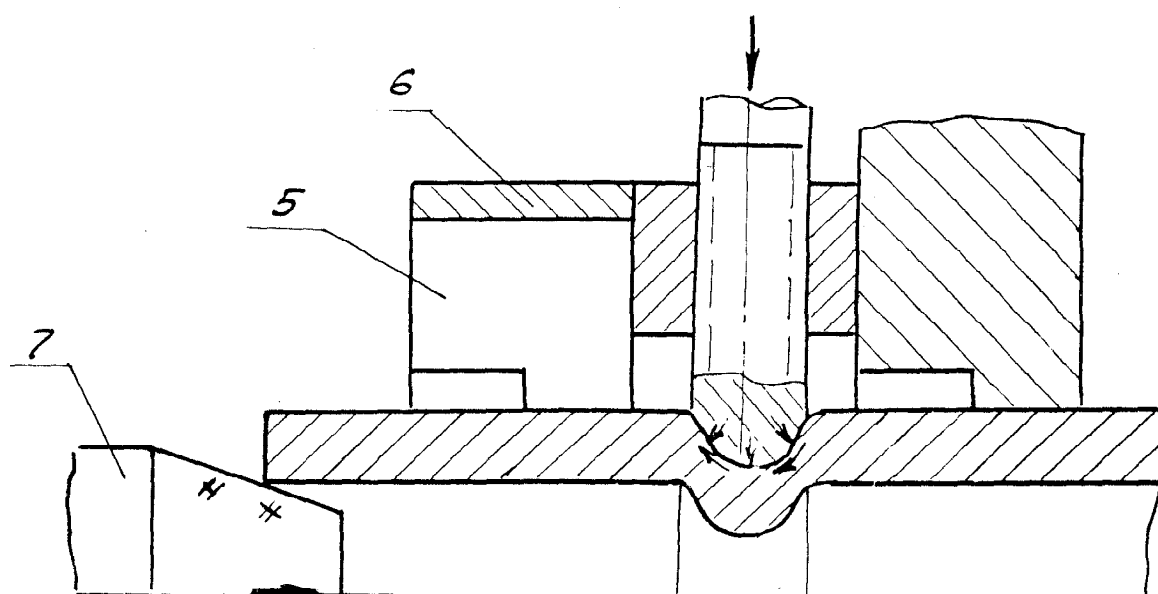
Формула изобретения

1. Способ закрепления труб в трубных решетках, включающий операции подготовки трубы к сборке с трубной решеткой, установку трубы в отверстие трубной решетки с выступанием ее торца над лицевой поверхностью трубной решетки, фиксирование трубы от осевого перемещения, последующее профилирование конца трубы, установку полученного профилированного конца трубы в трубное отверстие и его закрепление, отличающийся тем, что отверстие трубной решетки выполняют с кольцевой выемкой, расположенной с лицевой стороны трубной решетки, фиксирование трубы от осевого перемещения осуществляют путем размещения на части длины выступающего из трубной решетки конца трубы кольца-фиксатора с поперечными резьбовыми отверстиями и вворачивания в указанные резьбовые отверстия болтов с обеспечением внедрения их торцов во внешнюю поверхность трубы и локального формирования на ней пуклевок, установку профилированного конца трубы в трубное отверстие и его закрепление производят путем формирования на трубе кольцевого утолщения, которое располагают в кольцевой выемке трубного отверстия, и кольцевого выступа с лицевой стороны трубной решетки, после закрепления профилированного конца трубы в трубном отверстии производят круговую сварку трубы с трубной решеткой, после чего осуществляют дорнование трубы с обеспечением ее раздачи в пределах толщины трубной решетки и в месте расположения пуклевок и пластического течения материала трубы относительно кромки трубного отверстия с тыльной стороны трубной решетки с получением дополнительного фиксирования трубы.

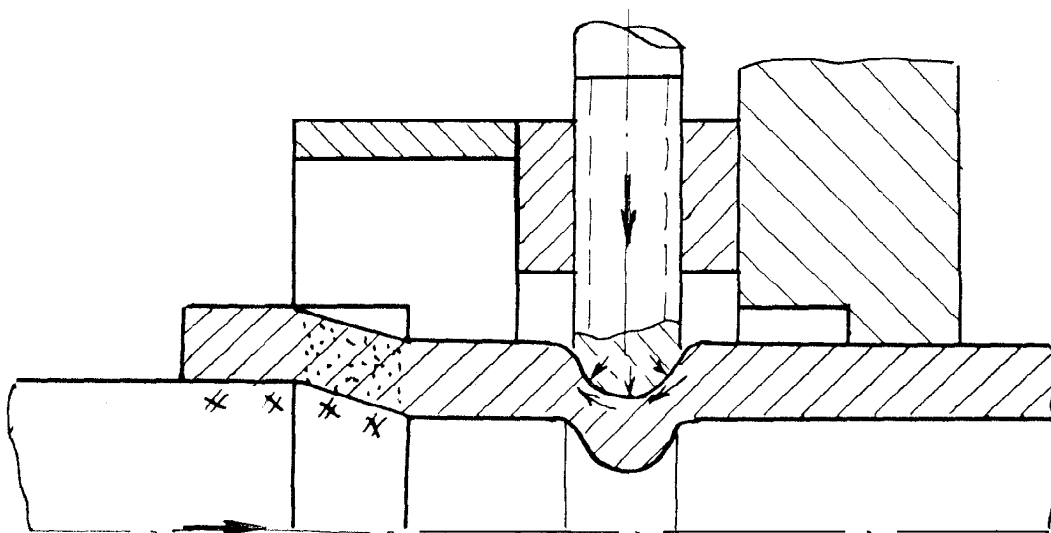
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что осуществляют закрепление труб трубных шпилек U-образных трубных пучков.



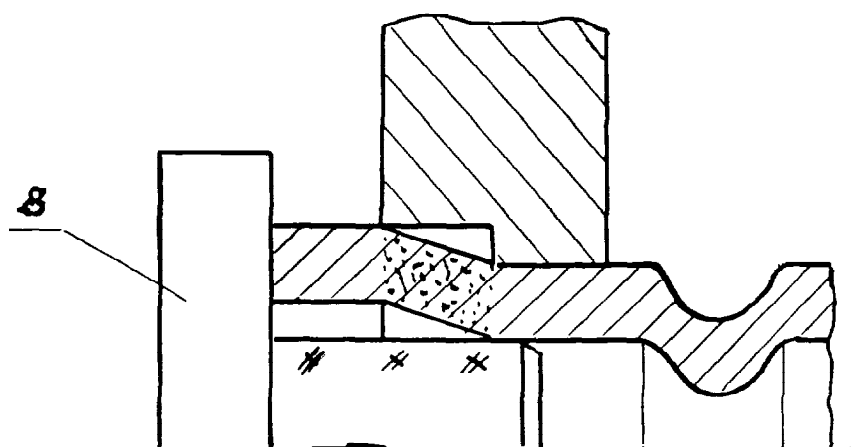
Фиг. 2



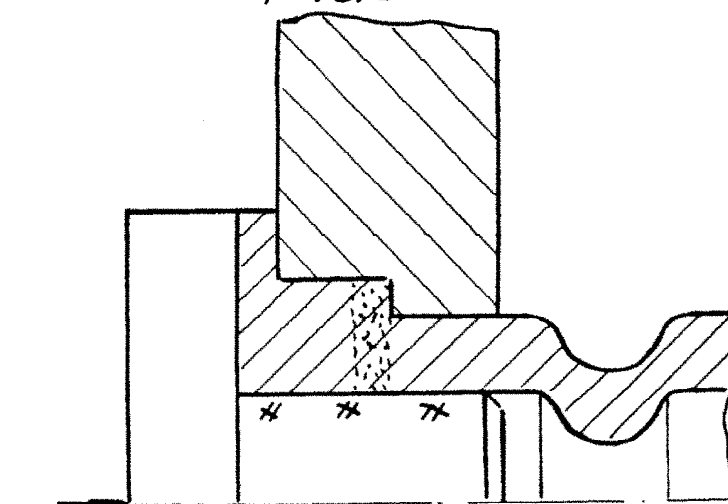
Фиг. 3



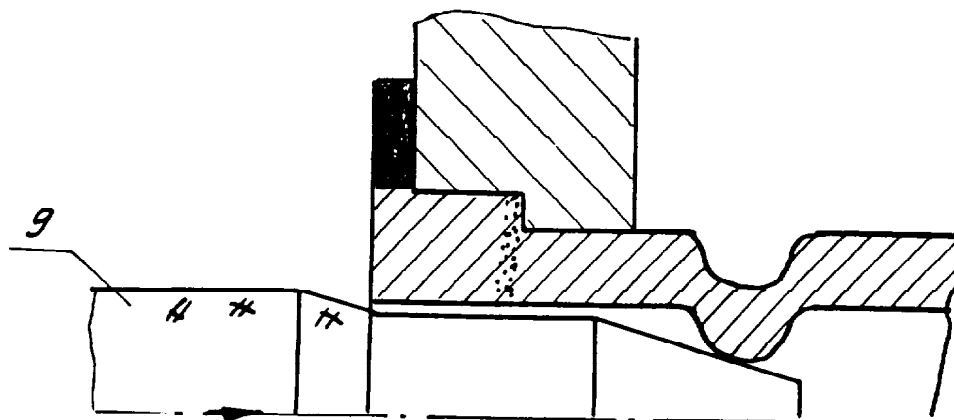
Фиг. 4



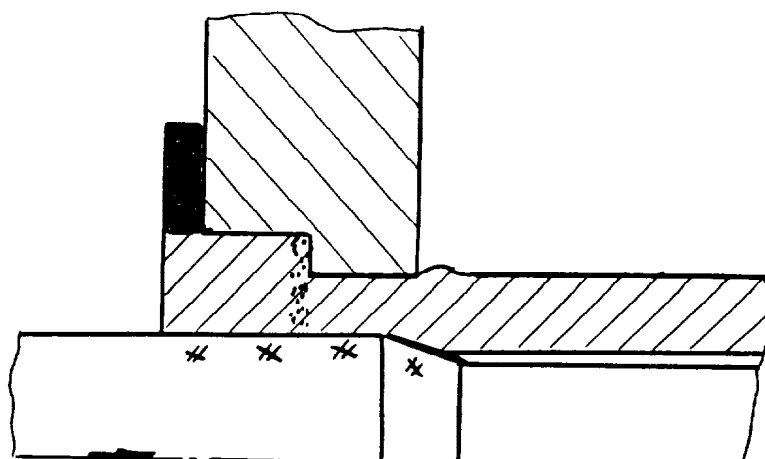
Фиг. 5



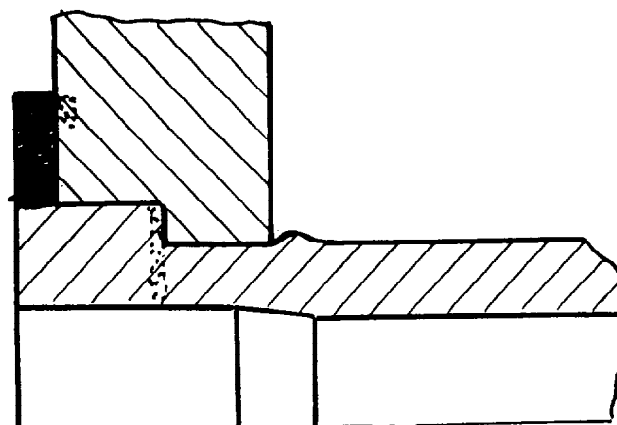
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9