



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 710311 A

(51) 4 F 28 D 7/00, B 21 D 53/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 2712302/24-06

(22) 31.01.79

(46) 23.02.86. Бюл. № 7

(72) И.И.Осипов, А.В.Барсуков,
Н.Г.Музалевский, М.А.Новиков
и Е.В.Сучков

(53) 621.565.94.002.2(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 582926, кл. В 23 К 1/12, 1977.

Авторское свидетельство СССР
№ 515605, кл. В 23 К 1/10, 1976.

(54)(57) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ-
ЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА путем установ-
ки труб в отверстиях трубной решет-
ки, последующего крепления их с по-
мощью металлического порошка и при-
поя, заполняющих сборочный зазор

между трубами и решеткой, о т л и-
ч а ю щ и й с я тем, что, с целью
повышения герметичности соединения
труб с трубной решеткой, используют
металлический порошок с максималь-
ным размером частиц, составляющим
0,4-0,6 предельной величины сбороч-
ного зазора и наносят его на по-
верхность доски равномерным слоем,
который покрывают слоем припоя
с размером частиц, составляющим
0,9-3 предельной величины сбороч-
ного зазора, с температурой плавления,
составляющей 0,6-0,8 температуры
плавления металлического порошка,
причем количество припоя в 2 - 6 раз
больше количества порошка по массе.

(19) SU (11) 710311 A

Изобретение относится к теплообменной аппаратуре, а более конкретно к технологии изготовления трубчатых теплообменников из нержавеющей стали, предназначенных для работы в системах охлаждения.

Известны способы изготовления трубчатых теплообменников путем сборки деталей, введения припоя в соединение в виде порошка и последующего нагрева до температуры пайки, при этом частицы припоя используют в виде плоских чешуек, толщина которых составляет 0,3-0,9 величины зазора, а длина и ширина 10-90 их толщины, причем при введении порошка припоя теплообменнику сообщают вибрацию с амплитудой, соизмеримой с величиной чешуек припоя.

Однако по указанному способу получают недостаточно герметичные соединения труб с трубными решетками. Для качественного образования соединения зазор между трубой и трубной решеткой должен носить капиллярный характер. При этом условии припой в процессе плавления под действием капиллярных сил затекает в зазор и под их же воздействием расплавленный припой удерживается в зазоре между трубой и трубной решеткой, образуя при охлаждении прочное и герметичное соединение. Для большинства применяемых припоев капиллярным является зазор в 0,01 - 0,07 мм. В подавляющем большинстве случаев при изгоревании трубчатых теплообменников обеспечить такой зазор не удается как из-за трудности механической обработки нержавеющей стали, так и в результате суммирования технологических допусков на трубу и отверстие в трубной решетке. Кроме того, зачастую конец трубы не устанавливается по центру отверстия в трубной решетке, а прилегает к стенке отверстия в какой-либо точке, образуя при этом зазор переменного сечения. В месте прилегания конца трубы к стенке отверстия в трубной решетке зазор носит капиллярный характер, с противоположной стороны - некапиллярный.

Все вышеперечисленное приводит к тому, что не удается получить 100% герметичность соединений труб с трубными решетками при изготовлении теплообменника, даже используя предва-

рительное заполнение зазора твердыми частицами припоя.

Ближайшим техническим решением к настоящему изобретению является способ изготовления трубчатого теплообменника путем установки труб в отверстиях решетки, последующего крепления их с помощью металлического порошка и припоя, заполняющих сборочный зазор между трубами и решеткой.

В известном способе припой в виде полос укладывается между выступающими над поверхностью трубной решетки концами труб поверх наносимого перед этим металлического порошка. После этого производят нагрев собранного указанным образом теплообменника до расплавления припоя, который смачивает металлический порошок и образует при последующем охлаждении соединение труб с трубной решеткой.

Данный способ способствует в некоторой степени повышению герметичности соединений труб с трубной решеткой особенно для зазоров шириной, менее 0,1 мм, но не позволяет получить 100% герметичности соединений как для зазоров шириной 0,1 мм, так и особенно для зазоров более чем 0,1 мм.

Кроме того, размещение металлического порошка, смачиваемого припоем при расплавлении последнего на фасках отверстий в трубной решетке, не позволяет нанести достаточного количества порошка, это приводит к тому, что не образуется достаточно разветвленной системы каналов между частицами металлического порошка. Возникающие при расплавлении припоя капиллярные силы оказываются недостаточными для удержания припоя в зазоре между трубой и трубной решеткой, припой вытекает из зазора и проникает по трубам внутрь теплообменника.

Увеличение протяженности фасок отверстий, на которых размещается металлический порошок для увеличения его количества, приводит к необходимости увеличения толщины трубной решетки и увеличению расстояния между соседними трубами, что отрицательно сказывается на эффективности работы теплообменника, его габаритах и весе.

Цель изобретения - устранение вышеуказанных недостатков повыше-

нием герметичности соединения труб с трубными решетками.

Это достигается тем, что берут металлический порошок с максимальным размером частиц, составляющим 0,4-0,6 предельной величины сборочного зазора, и наносят его на поверхность доски равномерным слоем, который покрывают слоем припоя с размером частиц, составляющим 0,9-3 предельной величины сборочного зазора и с температурой плавления 0,6-0,8 температуры плавления металлического порошка, причем количество припоя берут от 2 до 6 раз большим, чем количество порошка по весу.

Использование порошка припоя с размером частиц в 0,9-3 предельной величины сборочного зазора способствует предотвращению попадания порошка припоя внутрь теплообменника и снижению количества загрязнений (окислов, имеющих на поверхности порошка), попадающих в зону соединения. Применение припоя с температурой плавления, составляющей 0,6-0,8 температуры плавления металлического порошка, способствует предотвращению расплавления металлического порошка жидким припоем в процессе образования соединения и повышению жаропрочности соединений в процессе эксплуатации за счет модификации припоя частицами металлического порошка, имеющего более высокую температуру плавления, чем припой. Использование металлического порошка с размером частиц в 0,4-0,6 предельной величины сборочного зазора и его нанесение равномерным слоем на поверхность трубной решетки приводит к тому, что в процессе изготовления расплавленный припой смачивает частицы металлического порошка и увлекает их в зазор. Образующаяся при этом система расплавленный припой-металлический порошок обладает значительными капиллярными силами, удерживающими ее в зазоре и не позволяющими припою вытекать из зазора внутрь теплообменника. Оптимальные условия для образования такой системы (помимо перечисленных) возникают, как показали многочислен-

ные эксперименты, при весовом отношении порошка припоя к металлическому порошку от 6:1 до 2:1.

Применение данного способа изготовления трубчатого теплообменника обеспечивает по сравнению с существующими способами следующие преимущества:

а) повышается герметичность соединения труб с трубными решетками теплообменника;

б) повышается ресурс эксплуатации трубчатых теплообменников;

в) повышается производительность труда при изготовлении теплообменников.

В качестве примера приведен способ изготовления трубчатого теплообменника от нержавеющей стали 1X18Н10Т. Трубы устанавливали в трубные решетки, которые неподвижно фиксировались одна относительно другой. На наружную поверхность трубной решетки наносили никелевый порошок с максимальным размером частиц около 70 мкм. Поверх него размещали слой порошка припоя ВПр-2 с температурой плавления 970°C, с размером частиц от 130 до 400 мкм. Весовое отношение порошка припоя к металлическому порошку составляло 2:1.

После этого производили нагрев трубной решетки в вакууме при использовании в качестве источника нагрева сканирующего электронного луча. Нагрев производили до температуры 1020°C, что обеспечивало расплавление припоя, его растекание и заполнение зазоров между трубами и трубной решеткой припоем и металлическим порошком. После охлаждения аналогичным способом производили герметизацию второй трубной решетки.

По окончании изготовления были произведены испытания герметичности полученных соединений методом опресовки сжатым воздухом и металлографические исследования. Проведенные испытания показали 100% герметичность полученных соединений труб с трубными решетками теплообменника. Суммарный годовой экономический эффект от внедрения настоящего изобретения составит 349000 руб.

ВНИИПИ Заказ 796/3 Тираж 590 Подписное

Филиал ППП "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4