



С.А. Шейнбаум, канд. техн. наук (ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», г. Волгоград, Россия)

Усовершенствование конструкции соединения трубы с трубной решеткой

Конструкция соединения трубы с трубной решеткой (далее — соединение) кожухотрубчатого теплообменного аппарата (ТА) или аппарата воздушного охлаждения (АВО) включает в себя в качестве уплотнительного элемента кольцевые канавки прямоугольного или круглого сечения глубиной 0,2–0,5 мм, шириной 2,5–8,2 мм, нарезаемые в отверстии трубной решетки (ОСТ 26-02-1015-85). Крепление труб в трубных решетках. При развалцовке труб канавки частично, на глубину 0,1–0,3 мм, заполняются металлом трубы. В результате пересечения поверхностных дефектов отверстий в трубной решетке повышается герметичность соединения. Кроме того, выступы, образовавшиеся при частичном заполнении канавок металлом трубы, снижают осевую нагрузку на соединение, что особенно важно для комбинированных соединений, получаемых сваркой с последующей развалцовкой, в которых сварной шов плохо выдерживает такую нагрузку.

Недостаток этой конструкции заключается в том, что в результате частичного заполнения канавок металлом трубы уменьшается эффективная длина развалцовки. Этот фактор необходимо учитывать, особенно при использовании трубных решеток малой толщины, в которых уменьшение эффективной длины развалцовки может достигать 50 %.

В последнее время для комбинированных соединений в ТА, работающих при давлении 0,07–1,6 МПа и температуре от –20 до +200 °C, применяется уплотнительный элемент в виде острого кольцевого выступа высотой 0,04–0,20 мм, образуемого накаткой шариками двух смежных мелких кольцевых канавок в форме сегмента. Этот элемент не снижает осевой нагрузки на сварной шов, но повышает герметичность соединения. Кроме того, уплотнительный элемент не уменьшает эффективной длины развалцовки, так как мелкие канавки в форме сегмента полностью заполняются металлом трубы при развалцовке.

Усовершенствованная конструкция соединения, представляющая собой сочетание одной канавки (двух канавок) прямоугольного сечения и

одного острого кольцевого выступа, позволяет в полной мере использовать достоинства обоих уплотнительных элементов. С одной прямоугольной канавкой эта конструкция может использоваться для ТА и АВО, работающих при давлении 0,07–2,50 МПа и температуре до 400 °C или при давлении до 4,0 МПа и температуре до 200 °C, а с двумя прямоугольными канавками — при давлении до 6,4 МПа и температуре до 430 °C.

Расстояние между одной из смежных канавок, образующих кольцевой выступ, и прямоугольной канавкой 5–7 мм (технологически минимально допустимое) с учетом размещения всей конструкции в тонкой решетке, причем к внешней поверхности монометаллических трубных решеток примыкают прямоугольные канавки, а к внешней поверхности биметаллических трубных решеток — смежные канавки с кольцевым выступом. Расстояние между канавками, примыкающими к внешней поверхности трубной решетки, и самой внешней поверхностью решетки 3–5 мм.

В результате использования новой конструкции соединения повышается надежность соединений труб с трубными решетками.

Конструктивная схема соединения с одной прямоугольной канавкой для алюминиевой трубы и биметаллической трубной решеткой: смежные канав-

ки, образующие кольцевой выступ, приближены к внешней поверхности трубной решетки в плакирующим слое металла, а канавка прямоугольного сечения расположена рядом, в основном металле, так как смежные канавки влияют в основном на герметичность, а прямоугольные — на прочность соединения, поэтому прямоугольные канавки располагают в зоне наибольшего контактного давления, возникающего при развалцовке.

Контактное давление в соединениях из разнородных материалов выше, чем в соединениях из однородных материалов, поэтому даже в тех соединениях, в которых трубная решетка и трубы выполняются из сталей одной и той же группы, для труб и трубных решеток используют разные марки сталей (ОСТ 26-17-01-83. Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения стандартные).

В биметаллических трубных решетках материалы трубы и плакирующего слоя более однородны, чем материалы трубы и основного слоя трубной решетки, поэтому контактное давление выше в основном металле.

Канавка прямоугольного сечения в зоне наибольшего контактного давления между трубой и отверстием в трубной решетке, удаленная от смежных канавок на 5–7 мм, защищает соединение от смещения трубы относительно отверстия в трубной решетке.

В монометаллических трубных решетках прямоугольные канавки размещают в непосредственной близости от внешней поверхности трубной решетки, так как здесь зона наибольшего контактного давления (ОСТ 26-02-1015-85). Смежные канавки удалены от прямоугольных также на 5–7 мм.

Таким образом, благодаря особенностям выполнения уплотнительного элемента новая конструкция соединения трубы с трубной решеткой обеспечит даже при использовании тонких трубных решеток повышенную надежность с большим запасом прочности, что позволит при правильном выборе исполнения аппарата по материалу и при соблюдении периодичности очистки ТА сохранить его герметичность в течение всего срока службы.

