

# Интенсифицированные теплообменные аппараты ТТАИ

## 2.5.6. РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

силами обслуживающего персонала включают:

- а) замену резиновых уплотнительных колец в месте уплотнения трубной решетки с корпусом и крышками,
- б) очистку греющих поверхностей,
- в) устранение течи трубного пучка.

### А) ЗАМЕНА РЕЗИНОВЫХ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ КОЛЕЦ

осуществляется в случае потери ими своих упругих свойств, что проявляется в виде появления одной из рабочих сред в разъемном соединении.

**Для замены резиновых уплотнительных колец в месте уплотнения трубной решетки с корпусом и крышками**, после снятия крышки, подготавливаются соответствующих размеров резиновое кольцо, вырезаемое из листовой резины толщиной 5-6 мм (внутренний и наружный диаметры кольца в зависимости от Ду корпуса аппарата равны соответственно: Ду25 - 23 и 35 мм, Ду40 - 33 и 45 мм, Ду50 - 38 и 50 мм, Ду65 - 49 и 61мм, Ду80 - 68 и 80 мм, Ду100 - 92 и 106 мм, Ду125 - 110 и 124 мм, Ду150 - 137 и 151 мм, Ду200 - 187 и 200 мм, Ду250 - 256 и 268 мм, Ду300 - 308 и 326 мм), которое одевается на выступающую из корпуса часть трубной решетки, после чего, если исполнение аппарата предусматривает это, на оставшуюся часть решетки одевается нажимное кольцо и второе резиновое кольцо (возможно использование стандартных резиновых колец). После этого к корпусу пристыковывается крышка, обжимаемая с помощью штатных крепежных изделий, однако при установке крышки требуется соблюдение следующих правил: первоначальный обжим крепежа прекращается сразу после появления ощутимого усилия обжатия, окончательное обжатие с целью герметизации выполняется при наличии давления жидкости в аппарате ориентировочно 4-5 кгс/см<sup>2</sup> (см.п.1.3.4.).

Одевая резиновые кольца, следует проверить правильность расположения пучка в корпусе (см. примечание к п. 1.3.4), а пристыковывая крышку с патрубками к двухходовому аппарату, убедиться в достаточно надежном разделении входной и выходной полостей этой крышки. Для этого двухходовой аппарат располагают почти горизонтально так, чтобы патрубки крышки располагались в вертикальной плоскости и в верхний патрубок наливом заливают воду. При этом аппарат располагают под небольшим углом к горизонту крышкой с патрубками вниз, причем так, чтобы исключить перетекание жидкости через глухую крышку. Если из нижней полости крышки с патрубками наблюдается прокапывание с частотой 1 капля в 2-3 секунды, то плотность деления может быть признана удовлетворительной. Если прокапывание более интенсивно, то необходимо снять крышку с патрубками, очистить элементы теплообменного аппарата (разделительный металлический язычок, закрепленный в трубной решетке, саму трубную решетку и паз во вваренной в крышку перегородке) от остатков ранее нанесенного герметика, обезжирить, дать просохнуть и нанести свежий герметик (например, пастообразный силиконовый герметик) на те же места - по контуру разделительного металлического язычка, по периметру трубной решетки и в паз вваренной в крышку перегородки. Рекомендуется одновременно осуществить замену уплотнительной кольцевой резиновой прокладки.

**Для замены уплотнительного резинового кольца в месте уплотнения разъемного соединения «патрубок аппарата – трубопровод» в аппаратах выпуска после 2014г.** необходимо отстыковать трубопровод от патрубка аппарата, сместить на несколько миллиметров наружное ограничивающее металлическое кольцо и извлечь пришедшее в негодность резиновое кольцо; при необходимости очистить нажимные поверхности на патрубке аппарата и на трубопроводе. После этого на место удаленного уплотнительного резинового кольца вкладывается новое кольцо (внутренний и наружный диаметры кольца в зависимости от Ду патрубка аппарата равны соответственно: Ду65 - 57 и 66 мм, Ду80 - 77 и 68 мм, Ду100 - 101 и 112 мм, Ду125 - 122 и 133 мм, Ду150 - 149 и 159 мм, Ду200 - 196 и 209 мм, Ду250 - 262 и 276

мм), наживляются болты, стягивающие патрубок аппарата и трубопровод, сдвигается на прежнее место наружное ограничивающее металлическое кольцо и производится окончательное обжатие разъемного соединения.

**Для замены уплотнительных резиновых колец в месте уплотнения разъемного соединения «патрубок аппарата – трубопровод» в аппаратах выпуска до 2014г.** необходимо отстыковать трубопровод от патрубка аппарата, сместить на несколько миллиметров трубопровод, извлечь металлическое проставочное кольцо, вложить в кольцевые проточки, имеющиеся на обеих сторонах металлического проставочного кольца, новые уплотнительные резиновые кольца (внутренний и наружный диаметры кольца в зависимости от Ду патрубка аппарата равны соответственно: Ду25 - 23 и 35 мм, Ду40 - 35 и 47 мм, Ду50 - 43 и 55 мм, Ду65 - 55 и 67мм, Ду80 - 75 и 90 мм, Ду100 - 99 и 113 мм, Ду125 - 120 и 135 мм, Ду150 - 147 и 161 мм, Ду200 - 190 и 211 мм), установить на прежнее место металлическое проставочное кольцо, осуществить обжатие разъемного соединения.

## **Б) ОЧИСТКА ГРЕЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

от попавших внутрь трубочек инородных механических включений осуществляется с помощью шомпола, в качестве которого может быть использован кусок прямой стальной проволоки диаметром 3,5-4,5 мм. Выбивать крепко застрявшие, не выталкиваемые ни с одной стороны трубочки включения не следует, т.к. это может привести к разрушению стенки трубки. Очистка греющих поверхностей от отложений, учитывая особотонкостенные трубки, предполагает только их химическую отмывку. Допускается, с соблюдением мер предосторожности, гарантирующих сохранность стенок труб, проведение механической очистки.

**В качестве реагентов, применяемых для очистки от отложений, могут применяться горячие содовые растворы (каустическая или кальцинированная сода), сульфаминовая кислота и другие принятые вещества. Предпочтительным для очистки от накипных отложений является использование сульфаминовой кислоты. При этом применяется 10%, лучше подогретый до 35-40 °С, раствор.** Очистку рекомендуется осуществлять, **не извлекая трубный пучок из корпуса аппарата, а прокачивая раствор через него или периодически заливая и выливая раствор.** В случае, когда это не может быть выполнено, осуществляют разборку аппарата, извлекают трубный пучок и помещают его в ванну с соответствующим реагентом. После завершения химической очистки пучок должен быть промыт потоком воды.

### **ВНИМАНИЕ!**

**Для очистки от отложений труб из нержавеющей стали не применять соляную кислоту ни в каком виде - ни разбавленную, ни ингибированную, ни пассивированную и т.д., и не применять растворы, ее содержащие.**

В случае затруднения с извлечением вручную трубного пучка из корпуса, ни в коем случае не ударять по торцам трубных решеток. Предпринять попытку вручную извлечь пучок в другую сторону (кроме двухходовых по обеим полостям аппаратов). Может оказаться полезной перемена нескольких таких попыток с одновременным проворачиванием пучка в корпусе - как правило, помехой извлечению пучка являются инородные частицы, попавшие в корпус аппарата из трубопроводов системы (окалина, песчинки, шлам). Если и это не дает необходимого результата, то следует изготовить съемное устройство (см. рис.3) и, укрепив его на корпусе, выталкивать пучок из корпуса, обязательно проложив между нажимным винтом устройства и трубной решеткой деревянную или металлическую проставку (подпятник) в виде круга с диаметром, близким к диаметру трубной решетки, и резиновую прокладку.

Процедуру извлечения пучка из аппарата с Ду 250 целесообразно выполнять в вертикальном положении, приняв меры к недопущению самопроизвольного неограниченного перемещения пучка.

## **В) УСТРАНЕНИЕ ТЕЧИ ТРУБНОГО ПУЧКА**

Течь трубного пучка при правильной эксплуатации возникнуть не может, т.к. местами ее возникновения могут быть только смещение трубного пучка в корпусе (устраняемое путем возвращения пучка на место), нарушение целостности тела трубки (устраняемое ее глушением) или нарушение плотности соединения трубки с трубной решеткой (устраняемое

герметизацией места течи). Однако смещение при отсутствии гидравлических ударов и правильно обжатых болтах не происходит, материал трубок (высоколегированная коррозионно-стойкая сталь или титановый сплав) подбирается так, чтобы исключить коррозионное разрушение в процессе эксплуатации, а трубный пучок в корпусе устанавливается по принципу плавающих решеток, причем обеих, что снимает термические напряжения и поэтому исключает возникновение усилий вырыва трубок из трубных решеток. Если все же течь образовалась, необходимо действовать следующим образом.

**Первоначально следует выполнить операции, входящие в техобслуживание аппарата.**

Убедиться, что разъемные соединения в районе трубных решеток достаточно обжаты (п.2.5.4). Если после их обжатия взаимопроникновение сред не прекратилось, необходимо определить место течи. Для этого, не снимая крышек, поднять давление в корпусе и визуально определить место течи – либо течь по периметру трубных решеток и тогда причина в резиновых уплотнительных кольцах, либо вокруг какой-то трубки, и тогда причина в нарушении плотности заделки трубки в трубной решетке, либо из устья трубки и тогда причина в разрушении тела трубки. В двухходовых по обеим полостям аппаратах причиной может быть и потеря плотности в месте расположения прямолинейной резиновой прокладки в пазу трубной решетки, расположенной со стороны глухой крышки, и это остается единственной причиной в таких аппаратах, если взаимопроникновение сред наблюдается, а вышеперечисленные возможные места течи визуально не подтверждаются.

**Если имеется течь по периметру трубной решетки,** то надо убедиться, что уплотнительные резиновые кольца, одетые на трубные решетки, не потеряли эластичности и, при необходимости, заменить кольца. Если резиновые кольца обладают достаточной эластичностью, следует убедиться в том, что трубный пучок расположен в корпусе правильно (п.1.3.4 "Внимание"). В случае неправильного расположения пучка, установите его в соответствии с рекомендациями п.1.3.4. Если имеется течь вокруг трубки, то необходимо выполнить работы по герметизацию соединения трубки с трубными решетками, а если наблюдается течь из устья трубки, то необходимо осуществить глушение трубки. В двухходовых по обеим средам аппаратах, в случае идентификации причины взаимопроникновения сред как нарушение плотности в месте прямолинейной резиновой прокладки, необходимо заменить эту прокладку. Для этого потребуются извлечь трубный пучок из корпуса, удалить эту прокладку (а также все остатки старого герметика с обеих трубных решеток) и выполнить операции по установке пучка в корпусе, следуя указаниям п.п. 1.3.3 и 1.3.4 "Внимание".

**Операции глушения трубок и герметизации соединения трубок с трубными решетками** в случае базового исполнения трубного пучка, т.е. в случае закрепления трубок в трубных решетках, изготовленных из композитного материала (см. п.1.3.5), описаны ниже.

Глушение трубок в случае базового исполнения трубного пучка предполагает выполнение подготовительных операций и операций непосредственно глушения. Подготовительные операции состоят в том, что внутреннюю поверхность дефектной трубы с обоих концов на глубину 30-35 мм очищают от наслоений (накипь, илестые отложения, биообрататели и пр.), наносят шероховатость на очищенную поверхность (например, с помощью закрепленного в эл.дрели пальчикового абразивного наконечника или с помощью грубой шкурки), обезжиривают поверхность и дают ей просохнуть. Кроме этого подготавливается два отрезка (для каждого конца трубки по одному) металлического стержня из некорродирующего металла (нержсталь, цветные сплавы, титан) длиной 10-12 мм. Эти отрезки должны иметь наружный диаметр примерно на 1,5-2 мм меньше внутреннего диаметра трубки. На наружную поверхность отрезков стержней наносится шероховатость (если стержни получены путем отрезания от прутка, то с помощью грубой шкурки или грубого абразивного круга, а если стержни получены путем обточки на токарном станке, то обточка должна соответствовать по чистоте поверхности понятию «обдирка»), стержни обезжириваются и просушиваются. После этого выполняется собственно глушение. Для этого внутрь трубочки на 6-8 мм вводится порция эпоксидной композиции (например, эпоксидной шпатлевки), которая затем проталкивается вглубь трубочки с помощью отрезков стержней, на наружную поверхность которых также нанесен слой эпоксидной композиции. Проталкивание осуществляется до тех пор, пока видимый торец стержня не окажется утопленным вглубь трубочки на 6-8 мм. После этого оставшееся пространство до торца стержня заполняется еще одной порцией эпоксидной композиции. Через сутки аппарат можно вводить в строй. Если необходимо ввести аппарат в строй раньше, то после завершения глушения можно подогреть торцы заглушенных трубок,

например, бытовым феном. После такого подогрева в течение 2-3 часов каждого конца трубки аппарат готов к работе. Но не применяйте для подогрева источники тепла, способные генерировать поток тепла с температурой более 100°C, т.к. если на подогреваемой поверхности будет достигнута указанная температура, то может быть получен результат, обратный желаемому.

**Для устранения течи по соединению трубки с трубной решеткой в случае базового исполнения трубного пучка** (см. п.1.3.5) необходимо выполнить разделку места соединения, не прибегая к ударам и сварке, его обезжиривание и заделку с помощью эпоксидных смол.

**Операции глушения трубок и герметизации мест соединения трубок с трубными решетками аппаратов, рассчитанных на эксплуатацию при высоких температурах (не базовое исполнение трубного пучка - в марке таких аппаратов присутствуют буквы "св")**, предполагают герметизацию с использованием тонких видов сварки (использование сварки MicroTIG), позволяющих обеспечить сварку особотонкостенных нержавеющей деталей между собой (в частности, приварку трубки с толщиной стенки 0,3-0,4 мм к трубной решетке толщиной 3-4 мм). При этом используются следующие материалы: аргон высшего сорта по ГОСТ 10157-2016, вольфрамовый электрод WY (WL) – 20, Ø2 мм, присадочная проволока Ø1 - 1,2 мм марки CM: SMT-316LSi Inox(04X19H11M3) - для исполнения теплообменного аппарата из нержавеющей стали или проволока ВТ 1-00св – для исполнения из титановых сплавов. Параметры сварки: при глушении трубки сила тока 30-35 А, при герметизации мест соединения трубок с трубными решетками (путем выполнения круговой обварки) - 16-20 А, род тока – постоянный, полярность – прямая.

Как операции глушения трубок, так и герметизации мест соединения трубок с трубными решетками предполагают подготовительные операции: очистка зоны шва и устья трубки до металлического блеска, обезжиривание поверхностей, просушка.

Последовательность действий непосредственно по глушению трубок следующая. Подготавливаются точно такие же отрезки металлических стержней, как и при глушении трубок в случае базового исполнения трубного пучка (при этом «обдирка» не требуется), но в качестве металла может быть использована только нержавеющая сталь аустенитного класса для аппаратов в нержавеющей исполнении или, в случае исполнения трубного пучка из титановых сплавов - титановый сплав той же марки, которая указана в паспорте аппарата в качестве материала теплопередающих труб. Подготовленный отрезок стержня помещается в устье трубки заподлицо с горизонтально расположенной торцевой поверхностью трубной решетки. При этом указанный отрезок располагается эксцентрично относительно оси трубки таким образом, чтобы он в какой-то точке контактировал с внутренней поверхностью трубки. Удерживаемый в таком положении с помощью подручного средства (например, присадочной проволоки) отрезок стержня прихватывается в месте соприкосновения стержня и трубки. Затем, с помощью присадочной проволоки, осуществляется сплошная обварка стержня в трубке, но выполняемая в несколько подходов. За каждый подход выполняется 2-3 мм сварного шва, последующий подход осуществляется с противоположной стороны (крест-накрест). После выполнения двух подходов осуществляется охлаждение зоны сварки до комнатной температуры, после чего выполняется еще 2 подхода аналогично, таким образом сварка повторяется до полного заполнения устья трубки. Выполнение сварки таким способом позволяет избежать тления или выгорания специальной заливки внутренней полости трубной решетки теплообменного аппарата.

**Герметизация мест соединения трубок с трубными решетками, т.е. восстановление герметичности сварного шва, соединяющего трубку и трубную решетку**, предполагает сплошную круговую обварку трубки в трубной решетке и выполняется не непрерывно, а в несколько подходов, аналогично вышеописанным подходам применительно к глушению трубки. Если такая герметизация места соединения трубки с трубной решеткой не дает нужного результата, трубка должна быть заглушена.

**Целесообразно, при наличии возможности, все ремонтно-восстановительные работы выполнять с привлечением предприятия-изготовителя.**