



ЧАО «АЗОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

ООО «УКРСПЕЦМАШ»

Запорожский национальный технический университет

Национальная академия наук Украины

Украинская ассоциация коррозионистов

**ПЕРВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ - ВЫСТАВКА**

**«ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ
И ДОЛГОВЕЧНОСТИ
ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ
И ХИМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

2013 год

г. Бердянск



ПЕРВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ - ВЫСТАВКА «ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

ОРГКОМИТЕТ:

Председатель: **А. Э. Наривский** (Украина, г. Бердянск)

Зам. председателя: **Т. В. Пулина** (Украина, г. Запорожье)

Ученый секретарь: **А. В. Патюпкин** (Украина, г. Бердянск)

РУКОВОДСТВО ПРОГРАМНОГО КОМИТЕТА:

С. Б. Беликов (Запорожье, Украина) – председатель. ЗНТУ, д.т.н., профессор, ректор, академик Академии наук высшей школы Украины, академик транспортной академии наук.

В. И. Похмурский (Львов, Украина) – сопредседатель. Физико-механический институт им. Г. В. Карпенка НАНУ, д.т.н., профессор, член-кор. НАНУ, заместитель директора по НИР.

К. А. Ющенко (Киев, Украина) – сопредседатель, д.т.н., профессор, академик НАНУ, заместитель директора по научной работе Института электросварки им. Е. О. Патона.

ЧЛЕНЫ ПРОГРАМНОГО КОМИТЕТА:

А. Г. Архипов (Северодонецк, Украина) Технологический институт Восточнoукраинского национального университета им. В. Даля, д.т.н., доцент, заведующий кафедры машиноведения и инженерной физики.

Б. И. Бондаренко (Киев, Украина), д.т.н., профессор, директор Института Газа НАН Украины, академик НАН Украины, Заслуженный деятель науки и техники Украины.

В. В. Бурлов (Санкт Петербург, Россия) ОАО «ВНИИНефтехим» заместитель генерального директора по научной работе и инжинирингу, д.т.н.

Ю. Н. Внуков (Запорожье, Украина) ЗНТУ, проректор по научной работе, д.т.н., профессор, академик Академии наук Высшей школы Украины, Академик академии инженерных наук.

И. П. Волчок (Запорожье, Украина) ЗНТУ, заведующий кафедры «Технология металлов», д.т.н., профессор, академик АН ВШ Украины, Заслуженный деятель науки и техники Украины.

И. В. Гершиков (Бердянск, Украина) ЧАО «Азовский машиностроительный завод», генеральный директор.

С. В. Гершиков (Бердянск, Украина) ООО «Укрспецмаш», директор.



ЧЛЕНЫ ПРОГРАМНОГО КОМИТЕТА:

Ю. Б. Данилов (Харьков, Украина) НТУ «Харьковский институт», д.т.н., профессор.

В.А. Качанов (Харьков, Украина) ПАО «УкрНИИХиммаш», ведущий специалист физико-химических, коррозионных исследований и технологии изготовления оборудования, к.х.н.

Ю. И. Кузнецов (Москва, Россия), Институт физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина Российской академии наук, д.т.н., профессор, заместитель директора, по НИР.

В. А. Лифанов (Москва, Россия) ООО «НПК «ОйлГазМаш», генеральный директор.

Л.С. Малинов (Мариуполь, Украина) ПДТУ, заведующий кафедрой металлургии, д.т.н., профессор, действительный член Нью-Йоркской Академии наук.

В. Г. Мищенко (Запорожье, Украина) ЗНУ, заведующий кафедрой прикладной физики, д.т.н., профессор, Лауреат Государственной премии.

А. Э. Наривский (Бердянск, Украина) ЧАО «Азовский машиностроительный завод», заместитель генерального директора по научным вопросам, к.т.н.

Е. В. Олейников (Киев, Украина) Директор департамента макроэкономической политики стратегического планирования и прогнозирования Министерства экономического развития и торговли.

С. Б. Походяев (Нижний Новгород, Россия) ООО «Анод-Теплообменный ЦЕНТР», генеральный директор - главный конструктор, к.т.н., академик Российской академии технологических наук.

М. Д. Рабкина (Киев, Украина) Институт электросварки им. Е. О. Патона, ведущий научный сотрудник, д.т.н.

Г. О. Татарченко (Северодонецк, Украина) Технологический институт Восточнoукраинского национального университета им. В. Даля, д.т.н., доцент кафедры машиноведения и инженерной физики.

М. С. Хома (Львов, Украина) Физико-механический институт им. Г. В. Карпенка НАНУ, заведующий отдела коррозионного растрескивания металлов, д.т.н., профессор.

РАБОЧАЯ ГРУППА:

Т. В. Пулина, ЗНТУ, к.э.н., доцент.

Л. И. Аксенова, ЧАО «Азовский машиностроительный завод», заместитель генерального директора по стандартизации и управлению качеством.

С. И. Исаевский, ЧАО «Азовский машиностроительный завод», аудитор систем качества.

КОНТАКТНЫЕ ТЕЛЕФОНЫ:

+38 096 286 93 96 (Пулина Татьяна Вениаминовна)

+38 050 453 41 17 (Наривский Алексей Эдуардович)

E-mail: amz309@yandex.ru



ФАКТОРЫ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РЕСУРС АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ТИПА АВГ-МГ

Наривский А.Э.

ЧАО «Азовский машиностроительный завод»

zaoamz@yandex.ru

ВСТУПЛЕНИЕ

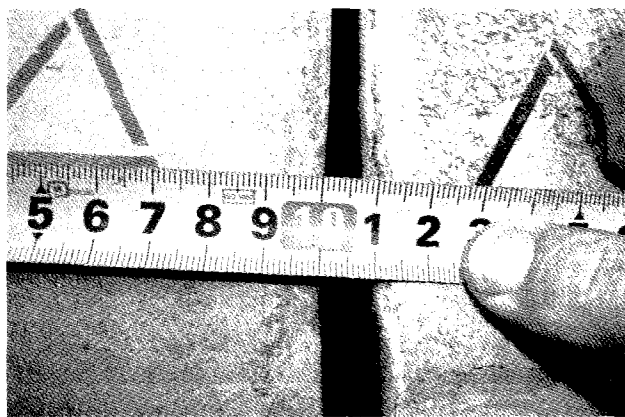
Аппараты воздушного охлаждения (АВО) широко используются в технологических процессах химической, нефтеперерабатывающей и газотранспортной отраслях промышленности. АВО, в зависимости от назначения, изготавливают следующих типов: АВЗ (зигзагообразные), АВГ (горизонтальные), АВМ (малопоточные горизонтальные и вертикальные), АВГБ (горизонтальные блочные), предназначенные для конденсации и охлаждения паровобразных, газообразных и жидких сред, а также АВГ-МГ, предназначенные для охлаждения природного газа на компрессорных станциях магистральных газопроводов, дожимных компрессорных станциях и компрессорных станциях подземного хранения газа.

АВО типа АВГ МГ эксплуатируются при рабочих давлениях до 16,0 МПа и температурах атмосферного воздуха до - 60°С. Такие жесткие условия эксплуатации оборудования требуют соблюдения всех норм и правил в процессе их производства от проекта до пуска в эксплуатацию, т.к. несоответствия, возникающие на каждом этапе производства, снижают ресурс эксплуатации АВО.

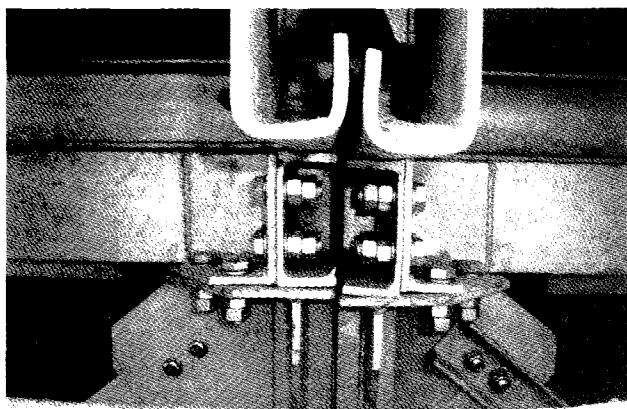
АНАЛИЗ НЕСООТВЕТСТВИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МОНТАЖНЫХ РАБОТ АВГ-МГ

Согласно п.5 [1] расчетный срок службы аппаратов воздушного охлаждения АВГ-100МГ/3-6-2 О(С)/М УХЛ1 составляет 30 лет. При этом данный нормативный документ регламентирует гарантийный срок эксплуатации аппарата 36 месяцев со дня ввода его в эксплуатацию, но не более 48 месяцев после отгрузки с предприятия-изготовителя. В тоже время предприятие-изготовитель гарантирует соответствие аппарата требованиям ТУ [2] при соблюдении Потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации. Анализ нормативно-технической документации [2-5], условий транспортирования, хранения и монтажа аппаратов воздушного охлаждения показал, что выявленные несоответствия могут стать причиной снижения расчетного срока службы изделия.

В частности согласно п. 5.4 [2] допускается хранение теплообменных секций аппарата на открытом воздухе. При этом длительное хранение секций аппаратов воздушного охлаждения на открытом воздухе предусматривает укладку последних на выкладки [3]. Следует отметить существенное отличие требований по хранению секций аппаратов воздушного охлаждения согласно ТУ 3612-001... [2] от требований ГОСТ Р 51364-99 [5]. Поскольку ГОСТ Р 51364-99 в п. 8.4 в отличие от ТУ3612-001... предусматривает защиту теплообменных секций от загрязнений и атмосферных осадков. Несоответствие [2; 3] ГОСТ Р 51364 [5] в части хранения секций теплообменных АВО привело к отсутствию в конструкторской документации на изделие требований на упаковку секций как на заводе-изготовителе, так и на месте хранения последних на монтажной площадке у Заказчика. Теплообменные секции АВО



в)



г)

Рис. 2. Деформация смежных секций АВО:

- а) - смещение осей штанг камер АВО и коллекторов входа и выхода газа;
- б) - смещение между камерами смежных теплообменных секций АВО по оси «Х» и «Z»;
- в) - деформация смежных секций АВО;
- г) - смещение камер смежных секций АВО по оси «Z» по причине смещения опорных поверхностей теплообменного модуля.

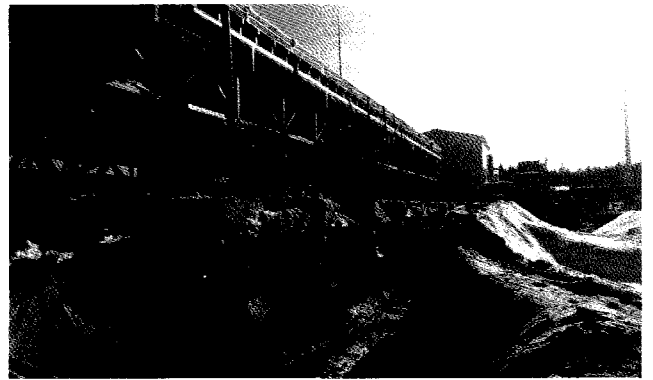
Следует отметить, что согласно п. 3.4.3 Руководства по эксплуатации «Блок теплообменный АВО АВГ-100 МГ/3-6-20 (С) М УХЛ1» монтаж, пуск, эксплуатация и ремонт теплообменного блока должны осуществляться с соблюдением всех правил безопасности, установленных для отдельных видов работ, общих правил безопасности и пожарной безопасности, изложенных в соответствующих инструкциях, действующих на данном предприятии, а также в соответствии с действующими строительными нормами и правилами. Нормативный документ регламентирующий требования к строительным работам [6] гласит: «Сборка конструкций может производиться только из выправленных деталей и элементов, очищенных от заусенцев, грязи, масла, ржавчины, влаги, льда и снега». Нарушение требований этого нормативного документа подрядной организацией, проводившей монтаж теплообменных блоков АВО, стало одной из вышеперечисленных причин деформации и смещения теплообменных секций. Вторая причина деформации и смещения теплообменных секций АВО после их установки на теплообменный модуль также обусловлена нарушениями требований отраслевого нормативного документа [7] к монтажу АВО. А именно, согласно п. 3.2 [7] «монтаж аппаратов на фундаменте или основании можно производить следующими способами (в порядке предпочтительности):

- на установочных винтах;
- на инвентарных домкратах;
- на пакетах металлических подкладок.

Во всех 3-х способах монтажа аппаратов на фундаменте нормативным документом предусмотрено единое требование: «места расположения опорных пластин на фундаментах следует выровнять по горизонтали (отклонение не должно превышать 10 мм на 1 м)». Размеры фундаментных блоков в плане составляют 700x700 мм. Таким образом, предельное отклонение плоскости фундаментных блоков от горизонтали до 7 мм (рис. 3).



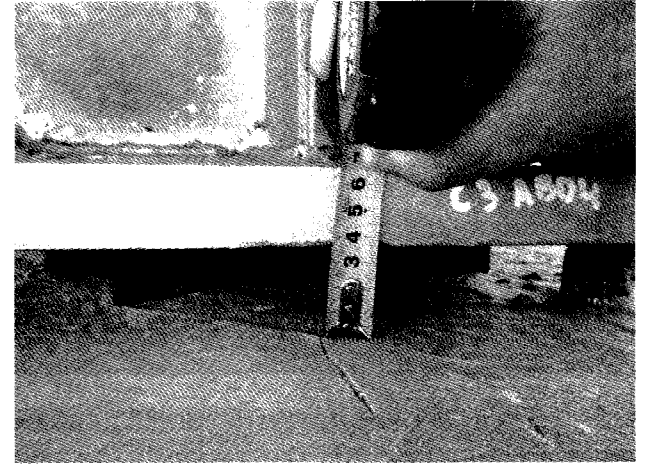
а)



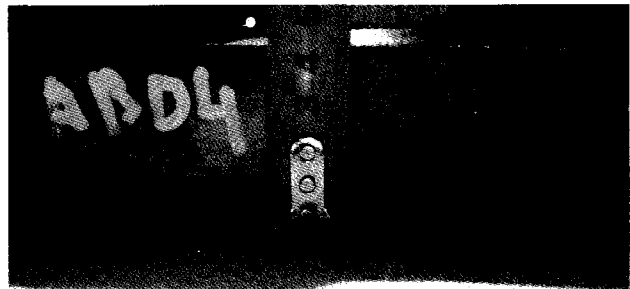
б)



в)



г)



д)

Рис. 3. Монтаж АВО на фундаменте:

а, б - АВО в сборе на фундаменте

без бетонной подливки;

в - обрезки уголка и швеллера под опорной пятой стоек АВО и смещение анкерного болта от вертикали;

г, д - зазор между опорной плитой стоек АВО и горизонтальной плоскостью фундаментного блока.

Из анализа данных (рис. 3) следует, что монтажной организацией, выполняющей монтаж АВО, грубо нарушен ряд требований отраслевой инструкции по монтажу АВО [7].

Так подрядчик производил выверку аппаратов на пакетах металлических подкладок. При этом согласно п. 3.3 [7] это наименее предпочтительный способ монтажа аппаратов на фундаменте. Кроме того, в соответствии с п. 3.6 [7] выверку аппаратов на пакетах металлических подкладок следует производить в исключительных случаях, при наличии технического обоснования.

Технического обоснования на вышеуказанный способ монтажа АВО подрядчик не подготовил. К тому же монтаж АВО выполнен без плана производства работ (ППР) или тех-

нологической карты как того требует п. 3.1 [7]. При выверке аппаратов на пакетах металлических подкладок нормативным документом [7] п.3.6 предъявляется ряд требований, а именно:

- пакеты следует размещать на минимальном расстоянии от фундаментных болтов (обычно в местах расположения ребер жесткости или перегородок в опорной части оборудования);

- поверхность бетона фундамента под пакетами подкладок следует тщательно выровнять.

Данные (рис. 3, г) свидетельствуют о нарушении этих требований. Кроме того, инструкция [7] регламентирует бетонную подливку стоек металлоконструкции после окончательной выверки. Однако данные (рис. 3, а, б) свидетельствуют о том, что бетонная подливка фундаментов АВО под опорными стойками на момент окончательной сборки АВО с коллекторами входа и выхода газа не выполнена. Приложение инструкции [7] регламентирует толщину слоя подливки в диапазоне от 50 до 60 мм. Визуальным осмотром и измерениями установлено, что большая часть опорных стоек АВО смонтирована на фундаментные блоки с зазором между опорной пяткой и плоскостью фундамента от 14 до 35 мм (рис. 3, г, д). Одно из вышеуказанных несоответствий требованиям [7] специализированная монтажная организация связала с отрицательными температурами (до - 30 °С ночью) на момент монтажа АВО. Действительно п. 3 приложения [7] требует выполнять бетонную подливку фундамента при положительных температурах.

Для обеспечения работоспособности и собираемости теплообменных секций с коллекторами АВО к монтажу металлоконструкций предъявляются следующие требования:

- совпадение продольной и поперечной осей аппарата в плане с осями фундамента (допустимое смещение 2 мм). Измерение выполнять отвесом и линейкой;

- горизонтальность металлоконструкции (допустимое отклонение 0,3 мм на 1 м). Уклон допускается только в сторону выхода продукта из секции. Измерение следует выполнять брусковым уровнем по металлической линейке;

- вертикальность опорных стоек (допускаемое отклонение 0,3 мм на 1 м высоты). Измерение выполнять отвесом или рамным уровнем по металлической линейке. Регулировать по высоте следует металлическими прокладками под опорные поверхности стоек, а в плане - перемещением опор в пределах зазоров в отверстиях нижних фланцев опорных стоек.

Согласно п. 5.2 [7] контроль качества работ по монтажу АВО производят по окончании следующих этапов:

- предварительной выверки аппаратов или опорных металлоконструкций на фундаменте (до затяжки фундаментных болтов);

- установки и регулировки опорных элементов (установочных винтов, инвентарных домкратов или пакетов подкладок);

- окончательной выверки аппаратов или опорных металлоконструкций с затяжкой фундаментных болтов);

- сборки коллектора, диффузора и колеса вентилятора;

- выверки привода вентилятора;

- подливки оборудования бетонной смесью;

- укладки трубных секций на металлоконструкцию.

Монтажная организация, выполняющая монтаж АВО, не представила документально-го подтверждения качества работ по монтажу АВО по каждому из вышеперечисленных этапов. При этом согласно п.3.8 [7] после выверки и закрепления аппаратов должен быть со-

ставлен акт о правильности установки оборудования на фундаменте по форме, указанной в приложении 3 к главе СНиП на монтаж технологического оборудования. Следует отметить, что п. 5.3 [7] требует «приступать к выполнению работ последующих этапов разрешается только после проверки правильности выполнения работ предшествующих этапов».

Вышеуказанные отклонения и отступления от требований [7] стали причиной потери формы и смещения смежных теплообменных секций теплообменного блока (рис. 2). Более того эти несоответствия, возникшие в процессе массовых нарушений требований НТД к монтажу АВО, стали причиной смещения осей штуцеров на камерах и коллекторах входа и выхода газа АВО (рис. 4).

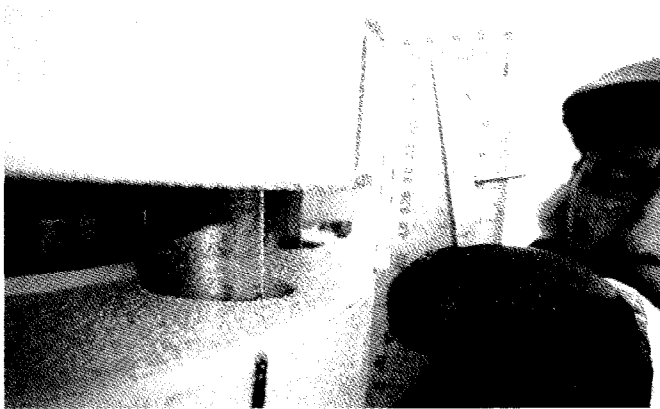


Рис.4. Несоостность осей штуцеров на камерах секций и коллекторах входа и выхода газа АВО.

Результаты измерений показали, что на 6-ти из 25-ти АВО несоостность между смежными штуцерами сборочных единиц колебалась от 5 до 42 мм. Эти несоответствия также связаны с низкой квалификацией исполнителей монтажных работ. Поскольку единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих [8] для монтажа технологического оборудования, поступающего узлами или блоками, при общей массе аппаратов свыше 10т и в сборе свыше 25, а также для монтажа технологического оборудования работающего при рабочем давлении более 10 МПа (100 кгс/см²) предусматривает специалистов с квалификацией - монтажник оборудования предприятий химической и нефтяной промышленности 6 разряда. Как выяснилось в процессе устранения вышеуказанных несоответствий, специализированная организация практически не укомплектована специалистами рабочих специальностей с необходимой квалификацией. Одним из фактов подтверждающих вышеуказанное является установка коллекторов входа и выхода газа на грунт уплотнительной поверхностью фланцев во время выполнения монтажных работ (рис. 5).

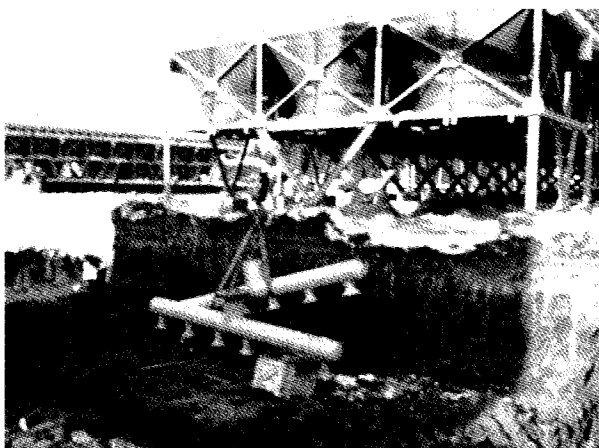


Рис. 5. Установка коллекторов входа и выхода газа уплотнительной поверхностью на грунт.

Рабочее давление АВО составляет 10 МПа, поэтому проектом предусмотрено уплотнение фланцевых соединений металлическими прокладками из электротехнического железа. Таким образом, даже незначительное повреждение «зеркала» на уплотнительной поверхности фланцев в виде радиальных или поперечных рисок, царапин, каверн и т.д. приведет к разгерметизации фланцевых соединений. Кроме того, к сборке фланцевых соединений секций с коллекторами входа и выхода газа АВО п. 5.8 [9] предъявляет следующие требования:

- отклонение от параллельности на наружном периметре уплотнительных поверхностей не должно превышать 10% толщины прокладки;

- отклонение от перпендикулярности уплотнительной поверхности фланца к оси трубы или детали не должно превышать 0,35 мм для диаметра линзы 235 мм.

Учитывая толщину прокладки 18 мм максимальное смещение осей смежных штуцеров камер и коллекторов АВО не должно превышать 1,8 мм. На заводе-изготовителе теплообменных блоков, в состав которых входят две секции и коллектор входа и выхода газа, эти требования обеспечивают технологией попарной сборки и сварки четырех сборочных единиц в «заневоленном» состоянии до полного остывания сварных соединений. При этом повторная контрольная сборка гарантирует собираемость теплообменного блока на месте монтажа у Заказчика. Нарушения условий транспортирования и хранения теплообменных секций АВО на месте монтажа, связанные с низкой квалификацией исполнителей, стали причиной вышеуказанных отклонений на шести АВО, что усложнило сборку секций с коллекторами. Отсутствие грузоподъемной техники необходимой грузоподъемности и вылета стрелы существенно усложнило сборку сопрягаемых узлов. Соответственно для сборки проблемных секций с коллекторами входа и выхода газа АВО применили толкатели и направляющие конуса (рис. 6).



Рис. 6 Центровка штуцеров секций и коллекторов входа и выхода газа АВО.

Анализ проблем, которые возникли при сборке теплообменных блоков, будет неполным, если не отметить следующее:

- ошибка завода-изготовителя теплообменного блока в монтажной маркировке на коллекторах входа и выхода газа на изделия первой поставки (несоответствие устранено разворотом коллектора на 180 °С вокруг своей оси;

- в Руководстве по эксплуатации АВО [4] автором проекта предусмотрен способ крестообразного обхода гаек фланцевых соединений.

Предложенный способ обхода гаек предусмотрен для уплотнительных прокладок из мягкого материала. Для металлических прокладок применяют способ кругового обхода [10]. В данном случае монтажники отступили от схемы обхода гаек фланцевых соединений, предлагаемой проектной документацией и выполнили обход согласно требований [10].

ВЫВОДЫ

Анализ несоответствий возникших в процессе монтажа АВО показал массовые нарушения подрядной монтажной организацией норм и правил предъявляемых к монтажу технологического оборудования. Нарушение связаны с низкой квалификацией инженерно-технического персонала и монтажников выполняющих работы. Для предупреждения подобных несоответствий предложено рекомендовать Заказчикам вновь строящихся объектов перед выбором подрядных организаций проводить аудит их системы менеджмента качества т.к. объективная оценка последней минимизирует риски несоответствий перед вводом объекта в эксплуатацию и в процессе его обслуживания, а также обеспечит расчетный срок эксплуатации оборудования и увеличит время межремонтных периодов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аппарат воздушного охлаждения АВГ-100 МГ/3-6-2 О (С) / М УХЛ1: Паспорт по ТУ 3612-001-75267471 - 2008. [Действует с 2008. - 11 - 08]. - М.: ФГУП Рособоронстандарт, 2008. - 25 с.
2. Аппараты воздушного охлаждения горизонтальные типа АВГ МГ: технические условия ТУ 3612-001-75267471-2008. [Действует с 2008. - 11 - 08]. - М.: ФГУП Рособоронстандарт, 2008. - 110 с.
3. Блок теплообменный аппарата воздушного охлаждения АВГ-100 МГ/3-6-2 О (С) / М УХЛ1: Руководство по эксплуатации по ТУ 3612-001-75267471-2008. [Действует с 2008. - 11 - 08]. - М.: ФГУП Рособоронстандарт, 2008. - 27 с.
4. Аппараты воздушного охлаждения АВГ-100 МГ/3-6-2 О (С) / М УХЛ1: Руководство по эксплуатации по ТУ 3612-001-75267471-2008. [Действует с 2008. - 11 - 08]. - М.: ФГУП Рособоронстандарт, 2008. - 29 с.
5. Аппараты воздушного охлаждения. Общие технические условия:ГОСТ Р 51364-99 (ИСО 6758-80). - [Действует с 1999.11.25]. - М.: Госстандарт России, 1999. - 62 с.
6. Металлические конструкции: СН и П III - 18-75 [Действует с 1977-01-01]. - М.: Госстрой СССР, 1975. с.
7. Аппараты воздушного охлаждения: ВСН 408-79 Инструкция по монтажу аппаратов воздушного охлаждения. - М.: М-во монтажных работ СССР, 1979. - 92 с.
8. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих: ЕТКС, Выпуск 3. Раздел «Строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы» [Действует с 2007-04-06]. - М.: Минздрав и соц. Развития РФ, 2007. - 178 с.
9. Изготовление, монтаж и испытание технологических трубопроводов на Ру до 10 МПа.: Ведомственные строительные нормы ВСН 362-87. - [Действует с 1988-11-01]. - М.: Минмонтажспецстрой, 1988. - 133 с.
10. Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов: ПБ-03-585-03. - [Действует с 2003-06-19]. - М.: ПИО ОТБ, 2003. - 64 с.