

## «Современные технологии и оборудование при производстве и ремонте теплообменной аппаратуры. Нормативно-технические документы, аттестация».

Доклад зав. НИО 21 (развальцовки труб и затяжки резьбовых соединений) ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры» Л.С. Щелкунова и ведущего инженера П.В. Ширяева 06.12.2016 г.

### 1. Деятельность НИО 21 ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры».

ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры», как головная организация по технологии крепления труб в трубных решетках теплообменных аппаратов и затяжке резьбовых соединений в отраслях химического и нефтегазового машиностроения, разрабатывает и обеспечивает предприятия отрасли нормативными документами, обучает и аттестует специалистов, ответственных за развальцовку труб в трубных решетках, а также, аттестует технологию и оборудование для развальцовки.

Действующие правила (ГОСТ Р 55601–2013, ГОСТ 31842–2012, ТУ 3612–023–00220302–01, ТУ–3612–024–00220302–02, СТО 00220368–014–2009, СТО 00220368–018–2010) требуют проведения аттестации специалистов, технологии и оборудования для развальцовки труб.

ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры» оформляет:

- письма–разрешения на отступление от нормативных документов по креплению труб в трубных решетках;
- письма–рекомендации по технологии крепления труб в трубных решетках.

ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры» разрабатывает и согласовывает в соответствии с требованиями указанных выше нормативных документов:

- технологические инструкции по развальцовке труб;
- положения об инженере, ответственном за крепление труб в теплообменных аппаратах.

ООО «Компания «Уралстройкомплектация» заказывает теплообмен-

ную аппаратуру для ООО «Газпром добыча Астрахань», ООО «Газпром добыча Оренбург», ООО «Газпром добыча Сургут», ООО «Газпром добыча Надым» и других предприятий у ОАО «Уралтехнострой–Туймазыхиммаш», ОАО «Борхиммаш», Бугульминский машиностроительный завод ПАО «Татнефть», ООО «Курганхиммаш», ООО «Бормаш», АО «ВЗМЭО» и многих других. ООО «Компания «Уралстройкомплектация» в обязательном порядке требует от поставщиков теплообменной аппаратуры аттестации специалистов, технологии и оборудования для развальцовки труб. Из наработанной таким образом практики, ООО «Компания «Уралстройкомплектация» уверена, что это несомненно является дополнительной гарантией качества, поставляемого данными предприятиями теплообменного оборудования.

### 2. Охлаждаемый инструмент для развальцовки труб.

Охлаждение вальцовок с литерой 'А' производится от специального блока охлаждения и смазки, входящего в состав электрических установок ТЕХРЕМЭКС для развальцовки МЭР–11М или МЭР–16М. Дозированная подача эмульсии производится автоматически, после достижения заданного крутящего момента. При работе охлаждаемыми вальцовками с литерой 'А' смазывание, охлаждение и выдувание продуктов износа производится в процессе работы автоматически. Данная технология применяется в том числе на предприятиях: ООО «Птимаш», ООО

НПП «Басэт», ООО «Газпром нефтехим Салават» и других. Опыт данных предприятий подтверждает: применение охлаждаемого инструмента ТЕХРЕМЭКС способствует стабилизации контактного давления в соединении трубы и трубной решетки, повышая качество вальцовочных соединений, а также увеличивает производительность и повышает стойкость деталей инструмента на 30%.

### 3. Установка для развальцовки труб серии МЭР–11М

Установка для развальцовки труб



Рисунок 2. Установка для развальцовки труб МЭР–11М

МЭР–11М ТЕХРЕМЭКС предназначена для развальцовки труб наружным диаметром от 16 до 63 мм. Наибольший внутренний диаметр теплообменного аппарата, развальцовываемого без перемещения установки 1900 мм.

Вертикальное и горизонтальное перемещения мотор–редуктора механизированы.

Оптимальный режим охлаждения реализуется блоком охлаждения и смазки и охлаждаемыми вальцовками с литерой 'А'.



Рисунок 1. Вальцовка тип 'АР' — охлаждаемая удлиненная, с регулируемой глубиной развальцовки



Рисунок 3. Блок управления установкой МЭР-11М

АСУТП развальцовки, реализуемая блоком управления и частотным преобразователем обеспечивает:

- высокое качество за счёт пониженной скорости при развальцовке после соприкосновения трубы с трубной решёткой,
- защиту от перевальцовки за счёт программы контроля корректности выбранного момента,
- паспортизацию и обработку данных развальцовки за счёт программы архивирования крутящих моментов.

Установки МЭР-11М применяются в том числе, на предприятиях: ООО «Томскнефтехим», ООО «Газпром нефтехим Салават», ОАО «Волгограднефтемаш» (МЭР-11М эксплуатируются зачастую в 3-х сменном режиме) и многих других. Предприятия отмечают высокое качество, надежность, безотказность, качество производимых работ, долговечность установок МЭР-11М, а также их отличие в значительном удобстве работы с теплообменными аппаратами диаметром более 1000 мм, за счет особой конструкции стойки и механизированного перемещения по ней мотор-редуктора.

#### 4. Передвижная установка для развальцовки труб серии МЭР-16М

Установка предназначена для развальцовки труб диаметром от 16 до 38 мм.

Наибольший внутренний диаметр



Рисунок 4. Передвижная установка для развальцовки труб МЭР-16М.

теплообменного аппарата, развальцовываемого без перемещения установки 1500 мм.

Блок управления, мотор-редуктор, телескопический вал\*, блок охлаждения и смазки идентичны установке МЭР-11М.

\*Телескопический вал с одним шарниром.

Установки МЭР-16М применяются в том числе, на предприятиях: ПАО «Саратовский НПЗ», ООО «Эмпикс», АО «Куйбышевский НПЗ» (установка МЭР-16) и многих других. Практика применения показала высокую надежность, точность и повторяемость отработки крутящего момента, долговечность установок МЭР-16М. Предприятия-эксплуатанты также ценят отличительную конструкцию стойки установки МЭР-16М, которая разгружает от дополнительной нагрузки соединение мотор-редуктора и телескопического вала, значительно повышая ресурс телескопического вала, а также повышают мобильность и удобство в применении установки МЭР-16М.

#### 5. Машина электрическая развальцовочная МЭР-16М-2

Предназначена для развальцовки труб диаметром от 8х1 до 25х3 мм в трубных решетках теплообменных аппаратов и АВО. Центр масс привода расположен на оси подвеса. Машина удобна в работе благодаря дополнительной рукоятке с обрез-

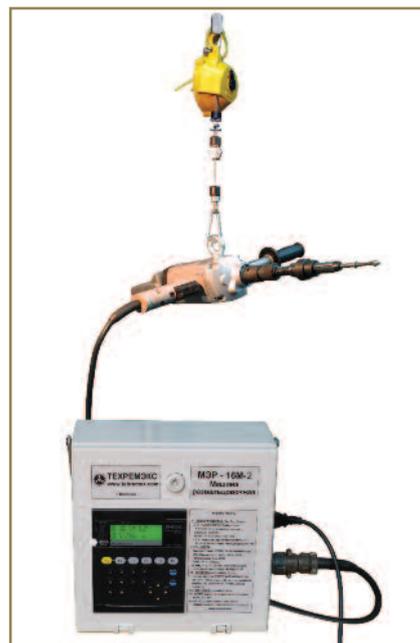


Рисунок 5. машина для развальцовки труб МЭР-16М-2

ненной ручкой, компенсирующей реактивный крутящий момент.

Электронная система управления развальцовкой организует цикл развальцовки: пуск двигателя, отработка до заданного крутящего момента, остановка, реверсивное включение. В автоматическом режиме циклы повторяются. Продолжительность паузы между циклами может регулироваться.

• Программируемый логический контроллер Segnetics

• 4-х строчный цифровой дисплей для отображения режимов и параметров процесса развальцовки, чтения архива данных по развальцовке каждого соединения

• Установка заданного крутящего момента в Н·м

• Установка времени реверса от 1 до 50 секунд

• Установка времени задержки от 1 до 50 секунд

• Архив данных с выводом на дисплей по развальцовке каждого соединения (до 1000 соединений).

Успешный опыт эксплуатации машин МЭР-16М-2 имеют, в том числе, ПАО «Саратовский НПЗ», ООО УСК «Нексан» и другие. Также, предприятия выделяют машину МЭР-16М-2 за отличие в удобстве работы благодаря конструкции привода, обеспечивающего удобную компенсацию реактивного крутящего момента, а также возможность работы в автоматическом режиме.



**Рисунок 6.** Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2 в работе

#### 6. Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2

Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2 ТЕХРЕ-МЭКС предназначена для торцевания и высверливания труб диаметром 16–38 мм, толщиной стенки 1–3,5 мм и удаления сварных швов в комбинированных (сварка с развальцовкой) соединениях. Наибольший внутренний диаметр теплообменного аппарата, обрабатываемого без перемещения установки 1400 мм. Вертикальное перемещение мотор-редуктора механизировано. Оптимальный режим охлаждения инструмента обеспечивает его многократную экономию.

Установки МЭТ-2 применяются в том числе, на предприятиях: ООО «Томскнефтехим», ООО «Газпром нефтехим Салават», ОАО «Волгограднефтемаш» (МЭР-11М эксплуатируются зачастую в 3-х сменном режиме) и многих других. На предприятиях, эксплуатирующих установку дорожат высоким качеством ее исполнения, надежностью, качеством обработки, выполняемой установкой, долговечностью установок МЭТ-2, кратно отличающейся производительностью, а также кардинальную экономией инструмента, благодаря непрерывной автоматической подаче воздушно-эмульсионной смеси в зону резания.

#### 7. Гидравлическая система Simultorc для симметричной тарированной затяжки резьбовых соединений фланцев

Стандартно система Simultorc позволяет одновременно затягивать 4 болта, симметрично расположенных по периметру фланцевого соединения. Для этого болтинг-машины оснащены антиторсионным механизмом с крупнозубчатым храповиком и блокиратором обратного хода храповика. Система обеспечивает высокую степень равномерности сжатия разъемного соединения, что гарантирует высокую надежность и герметичность разъема при эксплуатации, а также повышение безопасности работ для персонала. С помощью программы расчета крутящего момента для фланца определяем необходимый крутящий момент для данного фланцевого соединения. Так как все болтинг-машины соединены с одним гидравлическим источником, то первым начнёт вращаться болтинг-машина на самой слабой гайке.

Системы Simultorc применяются в том числе, на предприятиях: Астраханский филиал «ДАО Центрэнергогаз ОАО Газпром», ПАО «Саратовский НПЗ», ООО «ПО Кириши-нефтеоргсинтез» и многих других. Предприятия отмечают высокое качество, надежность, безотказность, качество производимых работ, долговечность оборудования, существенную экономию временных и человеческих ресурсов. Кроме того, предприятия особо ценят данные системы за возможность герметичной затяжки фланцев с первого раза, в том числе с поведенными в следствие длительной эксплуатации, прилегающими поверхностями, а также обработки фланцевых раз-



**Рисунок 7.** УПневматическая болтинг-машина JGUN

емов, затянутых системой до планового вскрытия.

#### 8. Пневматическая болтинг-машина JGUN для тарированной затяжки резьбовых соединений

Безударные пневматические болтинг-машины J-GUN HYTORC предназначены для тарированной затяжки резьбовых соединений. Безударная пневматическая болтинг-машина GJUN применяется для быстрого навинчивания, срыва и быстрого отвинчивания гаек. Пневматические болтинг-машины имеют безударный непрерывный (не циклический) принцип работы за счет редуктора. Необходимый крутящий момент для данного крепежа определяется с помощью программы расчета крутящего момента.

Пневматические болтинг-машины JGUN применяют ПАО «Саратовский НПЗ», ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий», ОАО «Волгограднефтемаш» и многие другие. Практика применения доказала высокое качество исполнения болтинг-машин, их надежность, точность в отработке крутящего момента. Кроме того, предприятия особо ценят данные болтинг-машины за возможность разработки и заказа к ним дополнительной специальной оснастки для тяжелого для доступа крепежа, что зачастую влияет на саму возможность применения механизированного оборудования на таких применениях.



**Рисунок 8.** Аккумуляторная болтинг-машина

#### 9. Аккумуляторная болтинг-машина для тарированной затяжки резьбовых соединений

Аналогична пневматическим болтинг-машинам, за исключением аккумуляторной батареи, обеспечивающий привод.



**▲** Рисунок 9. Работа в системе Simultorc моментом-натяжением с помощью шайбы HYTORC и опорного стакана.

### 10. Шайба HYTORC

На ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез» данная технология прошла эксплуатационные испытания в 2015 году. Тогда шайбами HYTORC было оснащено 2 фланца. В 2016 году шайбами HYTORC предприятие запланировало оснастить уже около 30-ти фланцевых разъемов.

### 11. Гайка HYTORC — высокоточный механический натяжитель

ОАО «КуйбышевАзот» с 2010 года вместо шпильконатяжителей применяет гайки-натяжители компании



**▲** Рисунок 10. Работа стандартной болтинг-машины с гайкой-натяжителем HYTORC через спецпривод

HYTORC для затяжки и ослабления верхней крышки конвектора аммиака с 32 шпильками M120x6 и круглыми гайками S=176 мм.

Осевое напряжение шпилек 1182 кН.

Проведенный анализ выполненных работ показал, что качество затяжки фланцевых соединений с использованием гидравлических безпорных систем затяжки HYTORC существенно выше, чем качество работ с использованием других способов и средств.

При использовании других способов и средств, необходимо превысить необходимую рабочую нагруз-

ку на шпильку, т.к. неизвестна величина релаксации/усадки, что приводит к повреждению прокладки и неравномерности затяжки, соответственно возникают свищи/утечки.

В случае использования гаек-натяжителей HYTORC напряжение шпильки достигается плавно и равномерно до заданного уровня без пережима прокладки, обеспечивая симметричность затяжки при использовании двух и более болтинг-машин одновременно.

Болтинг-машины HYTORC используются как с крепежом под шпильконатяжитель при помощи гаек-натяжителей HYTORC, так и со стандартным крепежом, используя торцевые головки.

В итоге при затяжке фланцевого соединения с помощью безпорных гидравлических систем HYTORC удалось на всех трех этапах сжатия фланца достигнуть заданную величину осевой нагрузки на шпильку, контролируемый зазор в пределах допуска, установленного технологическими картами монтажа.

Для мониторинга, контроля эффективности и повторяемости обслуживания фланцевых соединений применяются программы технического учета и анализа затяжки фланцев.