

# **«Современные технологии, оборудование, аттестация и нормативно-технические документы при производстве и ремонте теплообменной аппаратуры и обслуживании резьбовых соединений».**

Доклад директора ООО "Техремэкс-ЛРТ", зав. отделом развальцовки труб №21  
ОАО "ВНИИПТХимнефтеаппаратуры" Л.С. Щелкунова

1. Деятельность отдела развальцовки труб ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры»
2. Охлаждаемый инструмент для развальцовки труб
3. Установка для развальцовки труб МЭР-11М
4. Передвижная установка для развальцовки труб МЭР-16М
5. Машина электрическая развальцовочная МЭР-16М-1
6. Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2
7. Гидравлическая система Simultorc для симметричной тарированной затяжки резьбовых соединений фланцев
8. Пневматическая болтинг-машина JGUN для тарированной затяжки резьбовых соединений

## **1. Деятельность отдела развальцовки труб ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры»**

ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры», как головная организация по технологии крепления труб в трубных решетках теплообменных аппаратов 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 Р 31842-2012 п.7.8.5 (введен с 01.10.2014г. взамен ГОСТ Р 53677-2009 п.7.8.5); СТО 00220368-014-2009 раздел 10; СТО 00220368-018-2010) требуют проведения аттестации специалистов и технологии.

Также, ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры» оформляет письма-разрешения на отступление от нормативных документов, письма – рекомендации по технологии крепления труб в трубных решетках, а также разрабатывает и согласовывает технологические инструкции по развальцовке труб.

Перечень нормативных документов, разработанных ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры»:

ГОСТ Р 55601-2013 «Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения. Общие технические требования к креплению труб в трубных решетках».

ОСТ 26-17-01-83 «Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения стандартные. Технические требования к развальцовке труб с ограничением крутящего момента». Переиздание (март 2007г.) с Изменениями №1, №2, №3.

ОСТ 26-02-1015-85 «Крепление труб в трубных решетках». Переиздание (июль 2007г.) с Изменениями №1, №2, №3, №4, №5.

ОСТ 26-17-02-83 «Инструмент развальцовочный с принудительным охлаждением и смазкой для труб диаметром 10-57 мм». Переиздание (октябрь 2008г.) с Изменением №1.

СТО 00220368-014-2009 «Крепление труб в трубных решетках кожухотрубчатых теплообменных аппаратов и АВО».

СТО 00220368-015-2009 «Инструмент развальцовочный для труб диаметром 10-57 мм».

СТО 00220368-018-2010 «Аттестация технологии развальцовки труб в трубных решетках кожухотрубчатых теплообменных аппаратов и АВО».

## 2. Охлаждаемый инструмент для развальцовки труб

**Вальцовка тип 'AP'** - охлаждаемая удлиненная, с регулируемой глубиной развальцовки



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. В охлаждаемую вальцовку типа 'А' воздушно-масляная эмульсия подается в штуцер и выходит из корпуса через отверстия для роликов.

При работе охлаждаемыми вальцовками с литерой 'А' смазывание, охлаждение и выдувание продуктов износа производится в процессе работы автоматически. *Это 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 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, реализуемый блоком охлаждения и смазки и охлаждаемыми вальцовками с литерой 'А'. Блок охлаждения и смазки работает от пневмосети, приготавливает воздушно-масляную эмульсию, которая подается непосредственно в зону развальцовки автоматически после достижения заданного крутящего момента, что исключает распыление вне трубы и облегчает условия труда. Смазывание, охлаждение и выдувание продуктов износа производится в процессе работы автоматически.

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 (рис. 1, 2),
- паспортизацию и обработку данных развальцовки за счёт программы архивирования крутящих моментов (рис. 3).

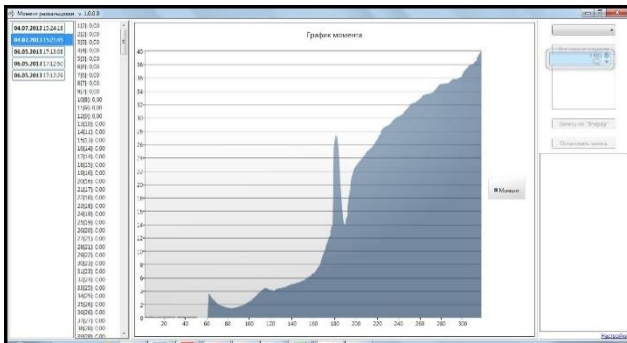


Рис. 1. График момента без перевальцовки

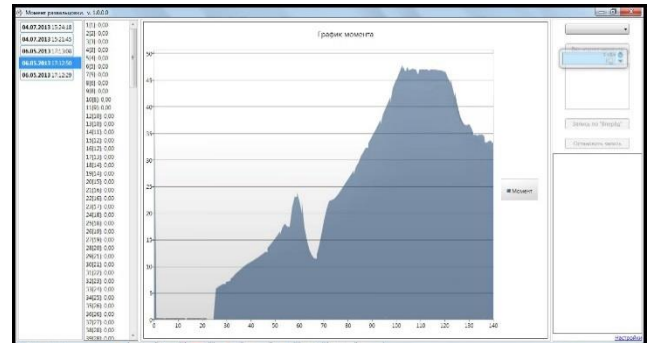


Рис. 2. График момента при перевальцовке

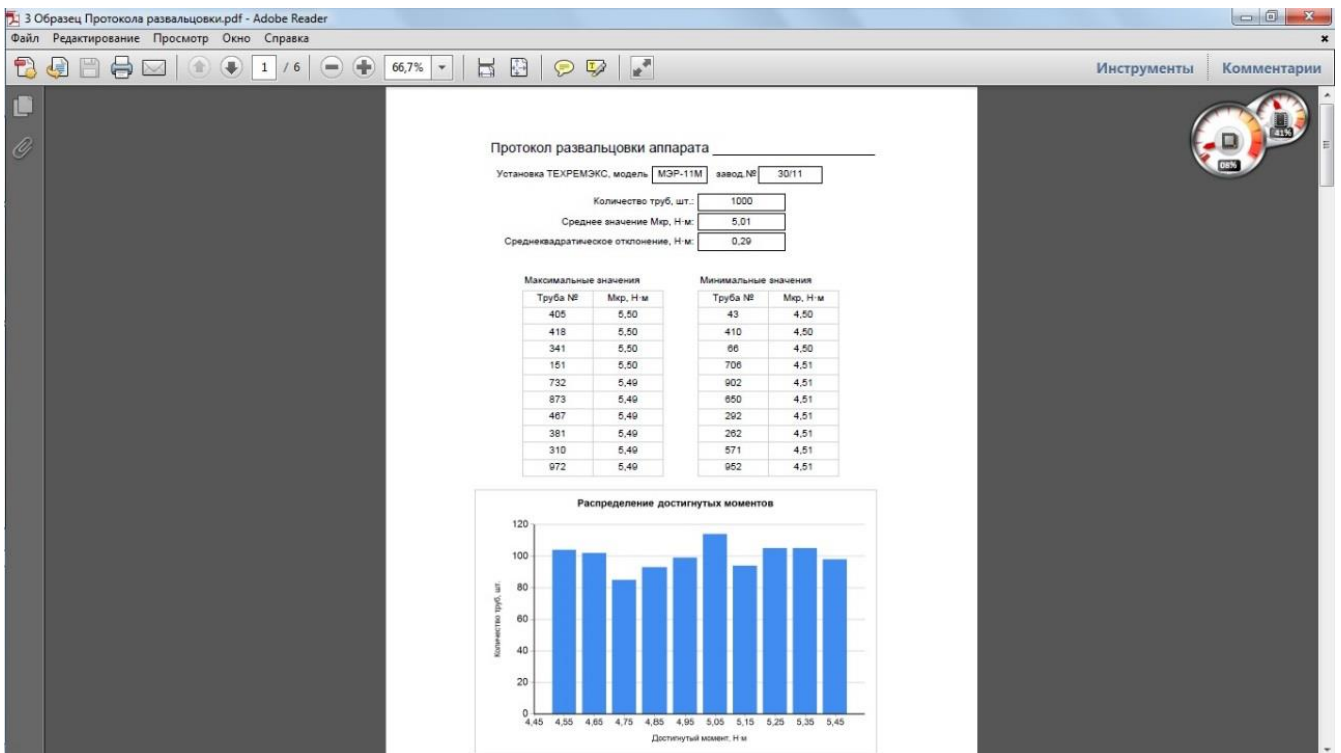


Рис. 3. Протокол развальцовки

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



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

Наибольший внутренний диаметр 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.

## 5. Машина электрическая развальцовочная МЭР-16М-1

Предназначена для развальцовки труб в трубных решетках теплообменных аппаратов и АВО. Центр масс привода расположен на оси подвеса. Машина удобна в работе благодаря дополнительной рукоятке с обрезиненной 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)

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



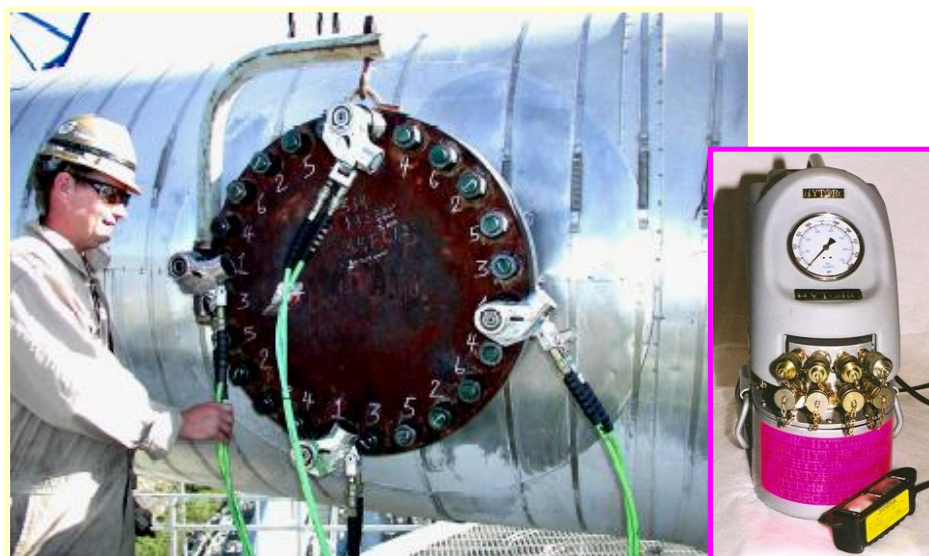
Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2 ТЕХРЕМЭКС предназначена для торцевания и высверливания труб диаметром **16-38 мм**, толщиной стенки **1-3,5 мм** и удаления сварных швов в комбинированных (сварка с развальцовкой) соединениях. Может использоваться для нарезания канавок и обработки отверстий шариковым раскатником; для зачистки внутренней поверхности трубы на длине равной двойной толщине трубной решетки, а также, отверстий в трубных решетках; для отрезки труб за плоскостью трубной решетки.

Наибольший внутренний диаметр теплообменного аппарата, обрабатываемого без перемещения установки 1400 мм.

Вертикальное перемещение мотор-редуктора механизировано.

Оптимальный режим охлаждения инструмента обеспечивает его многократную экономию. Блок подготовки воздуха приготавливает воздушно-масляную эмульсию, которая подается непосредственно в зону торцевания автоматически. Т.о. смазывание, охлаждение и выдувание продуктов износа производится в процессе работы автоматически.

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



Гидравлические моментные системы Simultorc HYTORC предназначены для тарированной затяжки резьбовых соединений. Система или одиночная болтинг-машина применяется для срыва/отвинчивания гаек, в том числе сильно корродированных. Для этого болтинг-машины оснащены антиторсионным механизмом с крупнозубчатым храповиком и блокиратором обратного хода храповика.

Стандартно система Simultorc позволяет одновременно затягивать 4 болта, симметрично расположенных по периметру фланцевого соединения.

Можно увеличить или уменьшить количество одновременно затягиваемых болтов, используя соответствующее количество моментных ключей (далее болтинг-машин) в системе.

Преимущества затяжки с помощью системы Simultorc по сравнению с применением одиночного гайковерта:

1. Высокая степень равномерности сжатия разъемного соединения, что гарантирует высокую надежность и герметичность разъема при эксплуатации.
2. Ускоренные сроки выполнения работ за счет одновременной многоточечной обтяжки.
3. Повышение безопасности работ для персонала.
4. Значительное снижение трудозатрат, а также количества рабочего персонала при выполнении ремонтных работ.
5. Повышение уровня промышленной безопасности за счет высокой надежности фланцевых соединений.



## Устройство и принцип работы системы Simultorc

Система Simultorc состоит из гидравлического насоса и нескольких гидравлических болтинг-машин (стандартно - четырех), соединенных между собой гидравлическими шлангами. На насосе имеется манометр для контроля давления. Насос, болтинг-машины и шланги имеют быстро разъемные соединения (БРС) для быстрой стыковки и расстыковки. Все БРС оснащены шариковыми запорными клапанами, которые предотвращают утечку гидравлического масла после расстыковки.

Каждый тип болтинг-машин имеет свой диапазон крутящих моментов и позволяет производить затяжку, контролируя крутящий момент с высокой точностью ( $\pm 3\%$ ), что позволяет приложить одинаковую нагрузку на каждый болт по всему периметру разъемного соединения.

При затяжке система гарантирует параллельное сжатие разъёма даже в том случае, когда предварительно гайки навинчены на болты неравномерно.

Рассмотрим работу системы Simultorc. С помощью программы расчета крутящего момента для фланца (рис. 4, 5) определяем необходимый крутящий момент для данного фланцевого соединения. По таблице пересчета назначаем значение давления, соответствующее крутящему моменту, определенному с помощью программы расчета и устанавливаем данное давление на насосе. Гидравлический насос плавно наращивает давление от нуля до заданного уровня. Так как все болтинг-машины соединены с одним гидравлическим источником, то первым начнёт вращаться болтинг-машина на самой слабой гайке. По мере затяжки этой гайки давление в системе будет повышаться и достигнет уровня, при котором начнёт вращаться вторая слабая гайка. Далее две гайки будут затягиваться одновременно, пока давление в системе не достигнет уровня третьей гайки и так далее. В конце концов, наступит момент, когда все гайки будут затягиваться одновременно и одинаковым крутящим моментом. Такая синхронизация означает, что все элементы разъёма заняли правильную позицию относительно друг друга и дальнейшее сжатие фланца будет происходить параллельно и равномерно.

Система Simultorc предназначена для работы с применением гидравлического насоса HYTORC с электрическим или пневматическим приводом. Максимальное рабочее давление насоса 700 БАР.

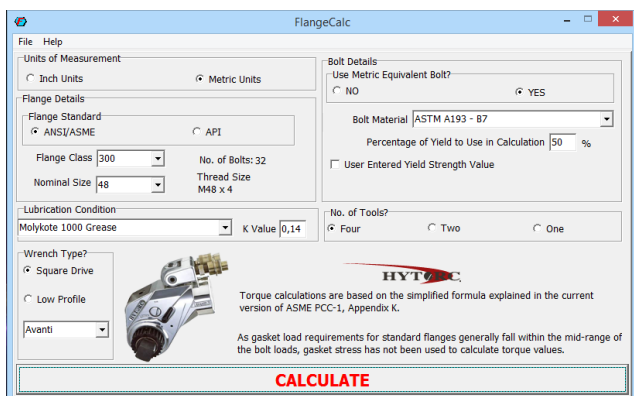


Рис. 4. Программа расчета крутящего момента для фланца

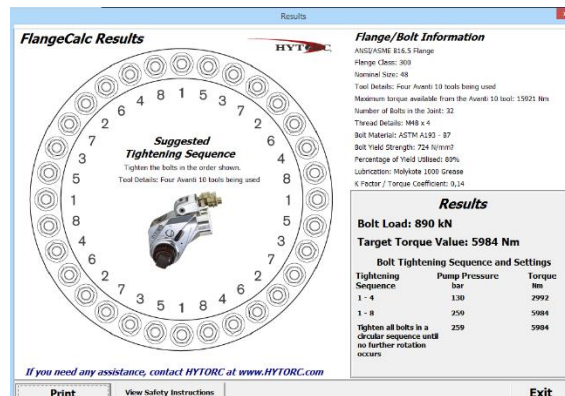


Рис. 5. Результат работы программы расчета крутящего момента для фланца

## 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.

Безударные пневматические болтинг-машины JGUN двухскоростной линейки PLUS позволяют работать с точным крутящим моментом ( $\pm 5\%$ ) на первой и второй скоростях. Первая скорость служит для окончательной тарированной затяжки, а также для раскрепления резьбового соединения. Вторая скорость - для быстрого навинчивания или отвинчивания гайки по «свободной» части резьбы шпильки до соприкосновения с фланцем или после раскрепления резьбового соединения.

### Устройство и принцип работы

Система состоит из пневматической болтинг-машины и блока подготовки воздуха, соединенных между собой пневматическим шлангом. На блоке подготовки воздуха (фильтр-осушитель-смазчик) установлен манометр и редукционный клапан для выставления давления, соответствующего необходимому крутящему моменту по таблице пересчета. Необходимый крутящий момент для данного крепежа определяется с помощью программы расчета крутящего момента (рис. 6). Пневматические болтинг-машины и шланги имеют быстро разъемные соединения (БРС) для быстрой стыковки и расстыковки.

Каждый тип пневмо болтинг-машин имеет свой диапазон крутящих моментов и позволяет производить затяжку, контролируя крутящий момент с высокой точностью ( $\pm 5\%$ ).

Система работает от пневмо сети или компрессора. Необходимое давление в пневмо сети 5 или 6 атм., в зависимости от модели пневмо болтинг-машины.

# Расчет момента затяж



Болты - банк данных СБРОС Печать

## Спецификация:

Тип болта/шпильки: Двухшлицевая DIN 2510 (Gewinlänge=10)  
Резьба: M48  
Класс прочности: 8.8  
Условный предел текучести,  $\sigma_{yk}$ : 640 Н/мм<sup>2</sup>  
Общая длина: 290 мм  
Номинальный диаметр резьбы d: 48 мм  
Средний диаметр резьбы d2: 37,5 мм  
Шаг резьбы P: 5 мм  
Угол подъема резьбы: 2,04 Градусов  
Номиналь. площадь сечения болта As: 1104,5 мм<sup>2</sup>  
Площадь попереч. сечения в резьбе A: 1809,6 мм<sup>2</sup>  
Диаметр отверстия под болт Db: 52,00 мм (средний)  
Диаметр головки болта da: 72,00 мм (или торца гайки)  
Длина резьбы b: 48 мм

## Bolting Technology

SALES/SERVICE  
CENTRAL EUROPE & C.I.S.  
Тел.: 43-1-8651368  
Факс.: 43-1-8651892  
E-mail: info@hytorc-centraleurope.com

Без "LoaDisc"

C "LoaDisc"

Рекомендуемая нагрузка на болт 592,6 кН (в соответствии с VDI 2230 2003-02)

Требуемая нагрузка (\*) 497,81 кН Fv

Коэф. трения (под гайкой, резьба) 0,14  $\mu$

Рекомендуемый момент (VDI 2230) 4851 Нм

Расчетный момент 4075 Нм

Тип момент. ключа HY Avanti 10

Давление 207 бар

Дата расчета: Печать 21.05.2015

Загруженность болта / шпильки



70% предела текучести



Расчет нагрузок соответствует стандарту VDI 2230 2003-02.  
Все расчеты выполнены для стандартных условий.

(\*) При наличии прокладки нагрузка болта / шпильки (или сила сжатия) задается производителем прокладки.

Предлагаемый теоретический расчет является рекомендацией, но не гарантией.

Рис. 6. Программа расчета крутящего момента