

«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 Ширяева П.В. 06.12.2016г.

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 теплообменную 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



Рис. 1 Вальцовка тип 'АР' - 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. 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



Рис. 2 Установка для развальцовки труб МЭР-11М.



Рис. 3 Блок управления установкой 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 реализуется блоком охлаждения и смазки и охлаждаемыми вальцовками с литерой 'А'.

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. 4),
- паспортизацию и обработку данных развальцовки за счёт программы архивирования крутящих моментов (рис. 5, рис 6).

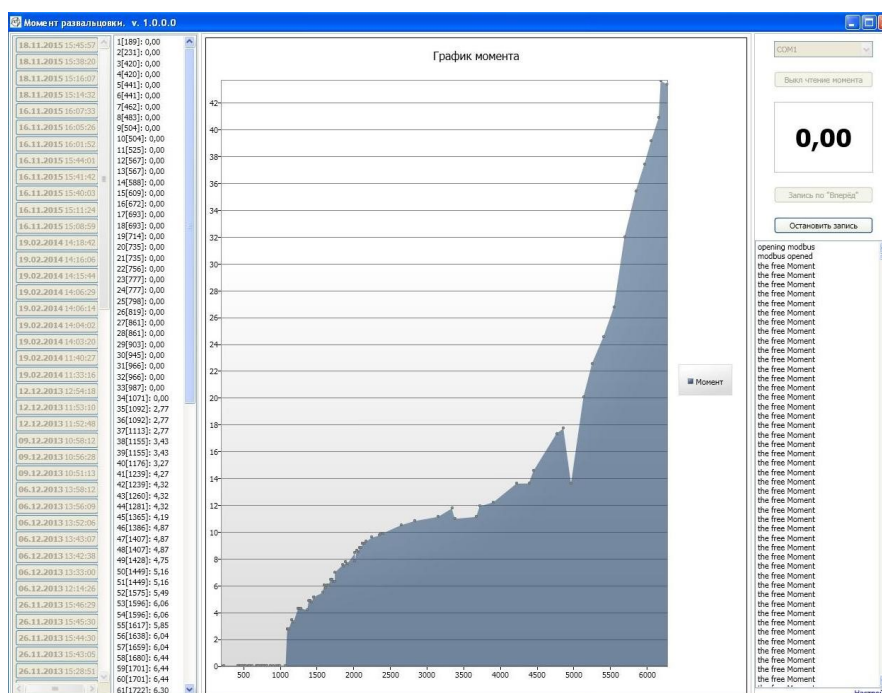


Рис. 4. График нарастания крутящего момента.

Макс Мкр	Мин Мкр
5,50 (№ 581)	4,50 (№ 501)
5,50 (№ 226)	4,50 (№ 466)
5,50 (№ 669)	4,50 (№ 832)
5,50 (№ 237)	4,50 (№ 612)
5,50 (№ 835)	4,50 (№ 176)
5,50 (№ 675)	4,50 (№ 022)
5,50 (№ 985)	4,50 (№ 844)
5,49 (№ 196)	4,51 (№ 315)
5,49 (№ 399)	4,51 (№ 564)
5,49 (№ 181)	4,51 (№ 249)

Среднее значение = 4,99
Среднеквадр.откл. = 0,29

порт: COM1
с: 1
по: 1000

МЭР-11М Зав.№: 44
Дата вальцевания: 30.06.2011
 Нумеровать трубы с единицы

Сохранить в архив Выгрузить значения
Найти в Архиве Печать отчёта

Рис. 5. Главное окно программы «Архив крутящих моментов МЭР».

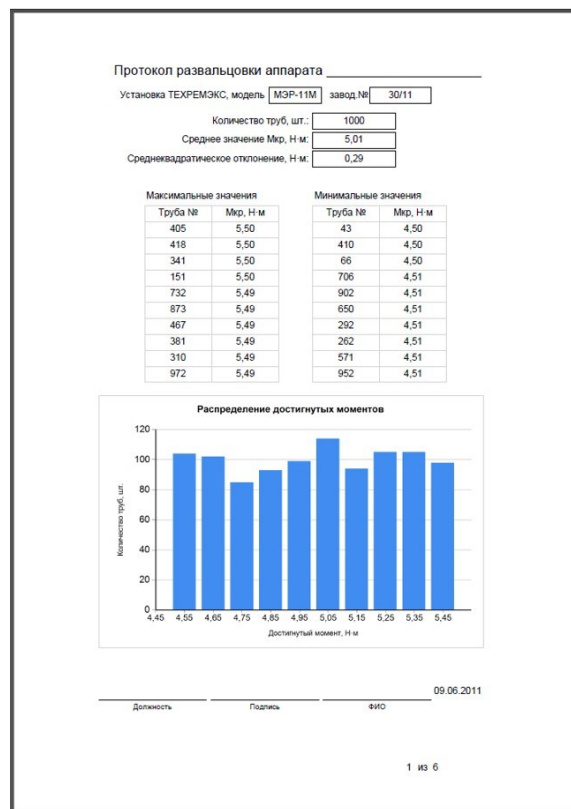


Рис. 6. Протокол развальцовки

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



Рис. 7. Передвижная установка для развальцовки труб 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.

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 обрешиненной ручкой, компенсирующей реактивный крутящий момент.



Рис. 8. машина для развальцовки труб МЭР-16М-2.

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.

6. Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2



Рис. 9 Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2 – общий вид.

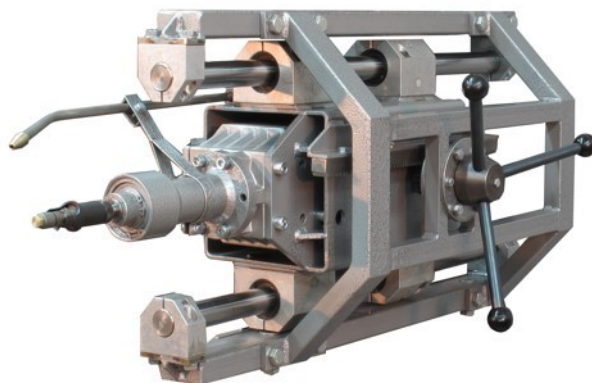


Рис. 10 Главный привод установки МЭТ-2.



Рис. 11 Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2 в работе.

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. 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



Рис. 12 Гидравлическая система Simultorc из 4-х болтинг-машин.

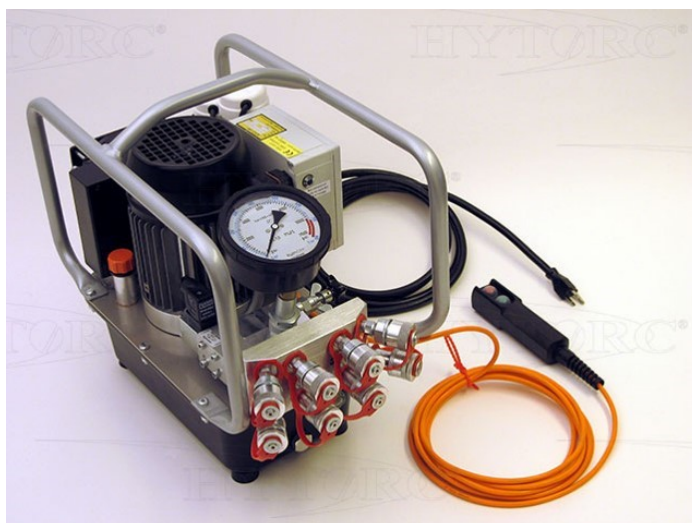


Рис. 13 Гидравлический 4-х портовый насос HYTORC.

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 (рис. 14, рис. 15) 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.

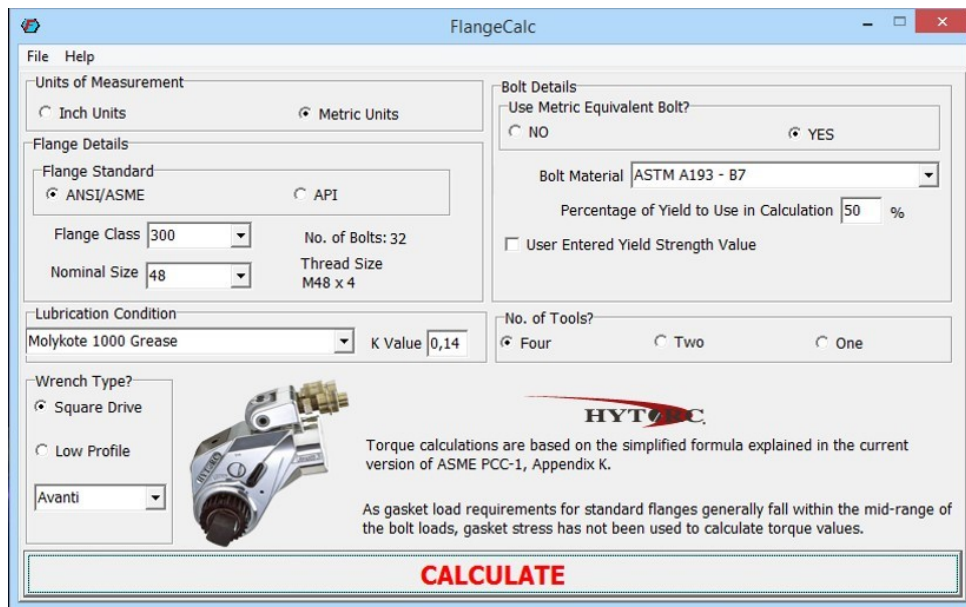


Рис. 14. Программа расчета крутящего момента для фланцев.

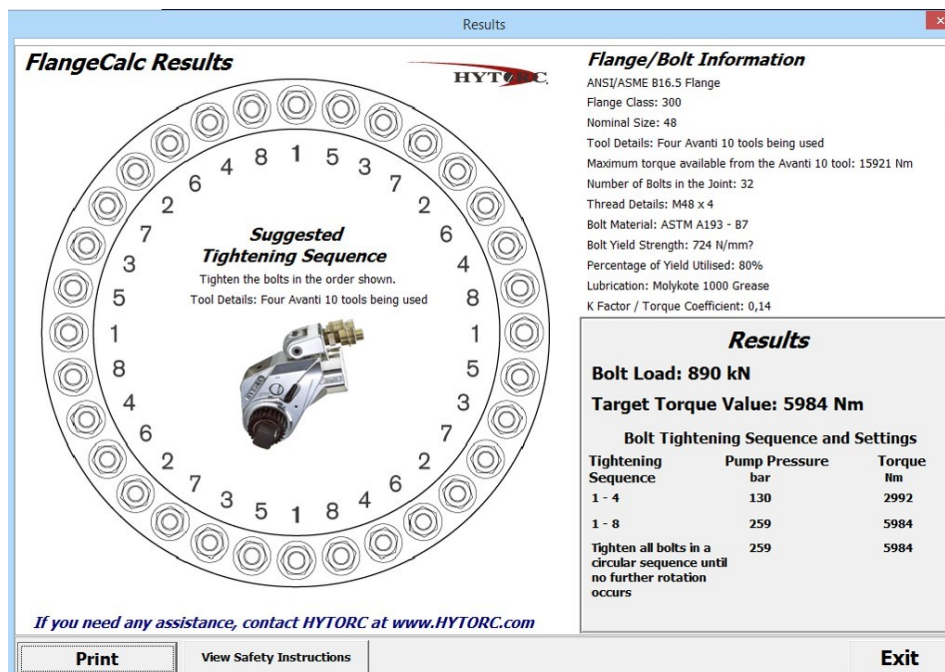


Рис. 15. Результат работы программы расчета крутящего момента для фланцев.

Системы Simultorc применяются в том числе, на предприятиях: Астраханский филиал «ДАО Центрэнергогаз ОАО Газпром», ПАО «Саратовский НПЗ», ООО «ПО Киришинефтеоргсинтез» 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 разъемов, затянутых системой до планового вскрытия.

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



Рис. 16. Пневматическая болтинг-машина JGUN.

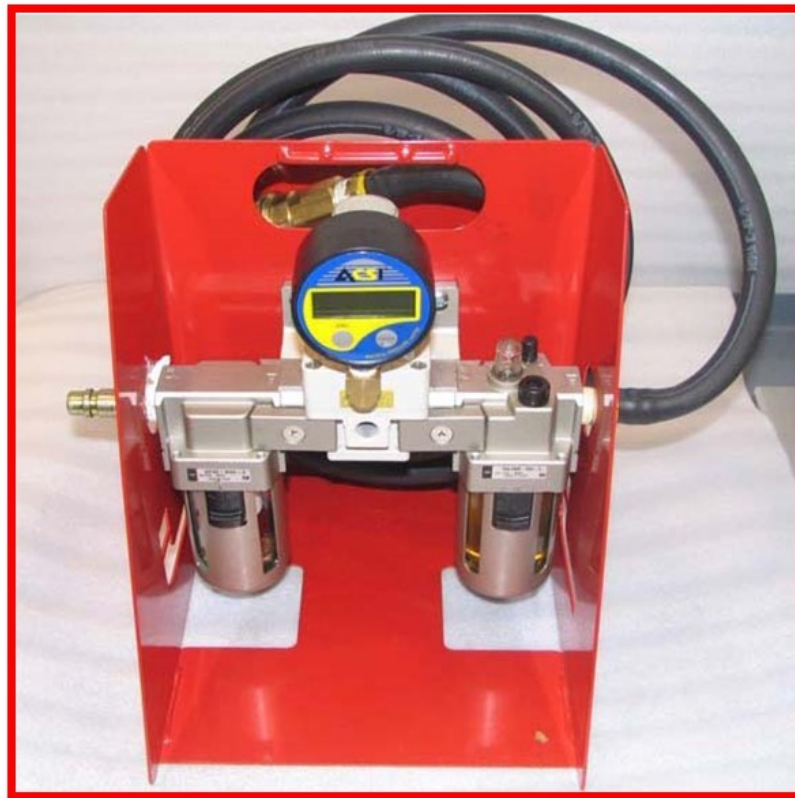


Рис. 17. Блок подготовки воздуха для пневматической болтинг-машины JGUN.

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 (рис. 18).

Расчет момента Затяж

Спецификация:

Тип болта/шпильки:	Sechenschlusss DIN 2510 (Gewinnslange-10)	Bolting Technology
Резьба:	M48	SALES+SERVICE
Класс прочности:	8.8	CENTRAL EUROPE & C.I.S.
Условный предел текучести, σ_s :	640 Н/мм ²	Тел.: 43-1-8651368
Общая длина:	290 мм	Факс.: 43-1-8651892
Номинальный диаметр резьбы d:	48 мм	E-mail: info@hytorc-centraleurope.com
Средний диаметр резьбы d2:	37,5 мм	
Шаг резьбы P:	5 мм	
Угол подёма резьбы:	2,04 Градусов	
Номиналь. площадь сечения болта As:	1104,5 мм ²	
Площадь поперечн. сечения в резьбе A:	1809,8 мм ²	
Диаметр отверстия под болт Db:	52,00 мм (средней)	
Диаметр головки болта da:	72,00 мм (или торца гайки)	
Длина резьбы b:	48 мм	


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

Требуемая нагрузка (*): кН


Коэфф. трения (под гайкой, резьба):

Рекомендуемый момент (VDI 2230): **4854** Нм

Расчетный момент: Нм

Тип момент. ключа: 

Давление: бар

Дата расчета: 21.09.2015 

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. 18. Программа 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.*

9. Аккумуляторная болтинг-машина для тарированной затяжки резьбовых соединений



Рис. 19. Аккумуляторная болтинг-машина.

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

10. Шайба HYTORC



Рис.20. Шайба HYTORC.



Рис. 21. Работа стандартной болтинг-машиной моментом-натяжением без упора и обратного ключа с помощью шайбы HYTORC и опорного стакана.

На ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез» данная технология проходила 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 NYTORC – высокоточный механический натяжитель



Рис. 22. Гайка NYTORC.



Рис. 23. Работа стандартной болтинг-машины с гайкой-натяжителем NYTORC через спецпривод.

ОАО «КуйбышевАзот» с 2010 года вместо шпильконатяжителей применяет гайки-натяжители компании NYTORC 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 безопорных систем затяжки NYTORC существенно выше, чем качество работ с использованием других способов и средств.

При использовании других способов и средств, необходимо превысить необходимую рабочую нагрузку 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 NYTORC 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 NYTORC используются как с крепежом под шпильконатяжитель при помощи гаек-натяжителей NYTORC, так и со стандартным крепежом, используя

торцевые

головки.

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

12. Программы технического учета и анализа затяжки фланцев

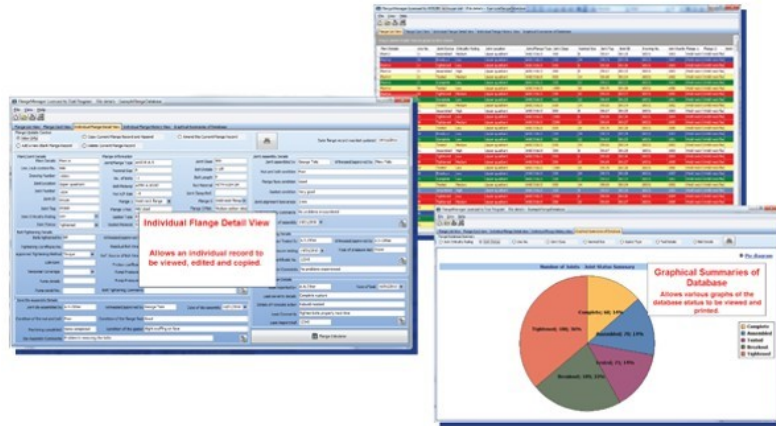


Рис. 24. Программы аудита фланцевых разъемов.