

Национальные стандарты, оборудование и инструмент для теплообменных аппаратов от "ВНИИПТхимнефтеаппаратуры" и "ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ"

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» и ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» представляет механикам нефтегазовой и химической отрасли свои разработки: современный развальцовочный инструмент, электрические машины для развальцовки и торцовки труб отечественного производства, гидравлические безупорные системы затяжки резьбовых соединений, а также национальные стандарты, стандарты организации и аттестацию специалистов; технологии для изготовления и ремонта кожухотрубчатых теплообменных аппаратов и аппаратов воздушного охлаждения (АВО).

Л. С. Щелкунов, Заместитель генерального директора АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры»
С.Л. Кащеев, Заведующий НИЛ ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ»

Процесс развальцовки труб в трубных решетках теплообменных аппаратов – один из важнейших этапов технологических процессов изготовления и ремонта теплообменников. Его качество напрямую влияет на срок службы, надежность и безопасность эксплуатации этих аппаратов.

Достижение необходимого контактного давления в соединении трубы и трубной решетки и обеспечение герметичности соединения при эксплуатации в требуемом диапазоне рабочих давлений и температур – главные условия длительной, безотказной работы аппаратов. Правильный выбор технологического оборудования и инструмента при производстве работ по развальцовке труб в трубных решетках – залог проведения их на высоком техническом уровне.

РАЗВАЛЬЦОВОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ТЕХРЕМЭКС

Научно-производственной фирмой ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» разработана и серийно выпускается широкая гамма развальцовочного инструмента для труб различных диаметров и видов конструкций вальцовочных соединений. Стабильно высокое качество деталей вальцовок обеспечивается их обработкой на станках с ЧПУ с соблюдением заданной точности размеров

и формы. Специальная технология термообработки позволяет достичь требуемых значений поверхностной твердости веретен и роликов. Конструкция современного развальцовочного инструмента ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» является результатом дальнейшего развития и совершенствования конструктивных решений и технических требований, которые были заложены в СТО 00220386-015-2010 «Инструмент развальцовочный для труб диаметром 10 – 57 мм. Конструкция и размеры», разработанного институтом АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры».

Вальцовки ТЕХРЕМЭКС доказали свою высокую надежность и износостойкость по сравнению с аналогами.

ТИПЫ КОНСТРУКЦИЙ РАЗВАЛЬЦОВОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА

Вальцовка для труб типа Б - Этот тип вальцовок выпускается для самых распространенных типоразмеров труб.

Конструкция выполнена по принципу минимальной достаточности, то есть рассчитана на один пояс развальцовки плюс отступ от сварного шва при необходимости. Увеличенная конусность веретена (1:20) позволяет за меньшее количество оборотов достигнуть необходимой раздачи.

Это самый производительный тип

инструмента, что немаловажно, если есть необходимость развальцовывать несколько сотен концов труб в смену. Вальцовка труб при использовании этого типа инструмента высокопроизводительна.

Вальцовки для труб БР с регулируемой глубиной вальцевания предназначены для закрепления труб с внутренним диаметром от 12 мм до 46 мм. Этот тип инструмента имеет более длинный ролик и увеличенную глубину вальцевания. Для большинства типоразмеров глубина рассчитана на два пояса развальцовки.

Конструкция вальцовок БУ аналогична БР. Главное отличие — увеличенная глубина вальцевания. Серийно выпускается инструмент различной глубины.

Во время работы развальцовочный инструмент сильно нагревается, что может привести к преждевременному выходу из строя по причине разрушения поверхностного слоя роликов и веретена. Для типа АР применяется принудительное охлаждение воздушно-эмульсионной смесью, которая приготавливается специальными блоками охлаждения и смазки установок МЭР-11М и МЭР-16М, производства ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ». Эта воздушно-эмульсионная смесь подается через узел внутри корпуса инструмента непосредственно в зону трения веретена и роликов.

Для развальцовки труб в аппаратах

воздушного охлаждения (АВО) внутри камеры используются неохлаждаемые вальцовки с регулируемой глубиной развальцовки типа Б-АВО, у которых во время работы обойма упирается во внешнюю поверхность камеры, а корпус с роликами подается через отверстие в зону развальцовки. Разработаны и серийно выпускаются вальцовки для закрепления труб с внутренним диаметром от 12 мм до 28 мм и глубиной камеры от 200 до 300 мм.

В случае комбинированных соединений, для которых приварка труб к трубной решетке должна предшествовать развальцовке, необходимо обеспечить равномерное прилегание наружной поверхности трубы к краю отверстия трубной решетки. Для обеспечения этого требования перед сваркой следует произвести коническую развальцовку трубы вальцовкой КВ (без применения смазки) до соприкосновения наружной поверхности трубы с краем трубного отверстия.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВАЛЬЦОВОЧНЫЕ УСТАНОВКИ И МАШИНЫ СЕРИИ МЭР

Электрические вальцовочные машины - наиболее эффективное оборудование для развальцовки труб в кожухотрубчатых теплообменниках и аппаратах воздушного охлаждения. Они обладают наибольшей производительностью, долговечностью и наивысшей точностью обработки заданного крутящего момента.

Электрические вальцовочные машины серии МЭР производятся десятки лет, выпущены сотни машин, которые хорошо зарекомендовали себя на многих предприятиях, занимающихся изготовлением и ремонтом теплообменной аппаратуры. Практически на всех крупнейших предприятиях отрасли, это основа парка среди аналогичного оборудования.

За годы производства происходила их постепенная модернизация и совершенствование. В настоящее время предприятием



ТИП Б



ТИП БР



ТИП БУ



ТИП АР



ТИП Б-АВО



ТИП КВ

ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» разработана и производится целая линейка электрических вальцовочных машин и установок с учетом потребностей и особенностей различных производств и конструкций производимой теплообменной аппаратуры, начиная со стационарных установок МЭР-11М для крупных производств и заканчивая ручными машинами МЭР-16М-4 для небольших ремонтных предприятий.

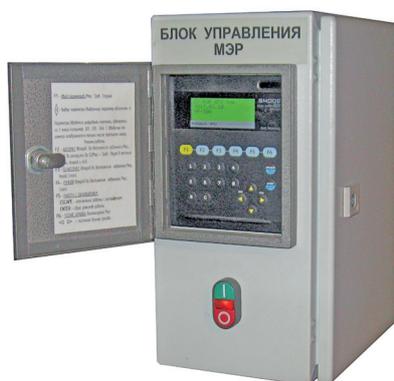
Современные электрические вальцовочные машины серии МЭР имеют высокую стабильность отключения по достижению заданного крутящего момента, что обеспечивает равномерность остаточного контактного давления между трубой и трубной решеткой; обладают возможностями визуализации процесса развальцовки и паспортизации достигнутых крутящих моментов при подключении ноутбука с установленным соответствующим программным обеспечением, что может служить доказательством соблюдения технологии развальцовки при приемке аппаратов. На данных установках, благодаря установке частотного преобразователя в системе управления, происходит автоматический выбор оптимальной скорости развальцовки в зависимости от нагрузки, что ускоряет технологический процесс развальцовки и защищает оборудование от перегрузок, связанных с ошибочными действиями оператора.

Рассмотрим подробнее некоторые последние высокотехнологичные образцы оборудования для развальцовки ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ».

УСТАНОВКА ДЛЯ РАЗВАЛЬЦОВКИ ТРУБ МЭР-11М

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 перемещение мотор-редуктора главного привода механизированы.

Электронная система управления развальцовкой организует цикл развальцовки: пуск двигателя, отработка до заданного крутящего момента, остановка, реверсивное включение. В автоматическом режиме циклы повторяются. Продол-



жительность паузы между циклами может регулироваться.

Также, блок управления организует автоматический оптимальный режим охлаждения: автоматическое включение подачи воздушно-эмульсионной смеси после до-

стижения 2/3 заданного значения крутящего момента; отключение - после начала реверса.

Блок охлаждения и смазки, поставляемый в качестве дополнительного оснащения, работает от пневмосети, приготавливает воздушно-эмульсионную смесь, 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. В качестве развальцовочного, в этом случае инструмента применяются вальцовки типа AP.

Не имеющая аналогов конструкция рамы установки, на которой смонтированы все основные узлы и агрегаты, а также максимальный уровень механизации и автоматизации производственных процессов позволяет оператору выполнять большие объемы работ по развальцовке на крупных теплообменных аппаратах в минимальные сроки. Это делает данную установку незаменимой на крупных машиностроительных предприятиях отрасли.

ПЕРЕДВИЖНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ РАЗВАЛЬЦОВКИ ДЛЯ ТРУБ МЭР-16М



Благодаря удобной компактной стойке на колесном шасси, на которой располагаются основные узлы установок, а также высокой производительности, идеально подходит как для крупных изготовителей теплообменных аппаратов, так и для ремонтных производств нефтехимического комплекса. Предназначена для развальцовки труб наружным диаметром от 16 до 38 мм, при этом наибольший внутренний диаметр теплообменного аппарата, развальцовываемого без перемещения установки достигает 1500 мм.

Электронная система управления развальцовкой, аналогичная установке МЭР-11М, организует цикл развальцовки: пуск двигателя, отработка до заданного крутящего момента, остановка, реверсивное включение. В автоматическом режиме циклы повторяются. Продолжительность паузы между циклами может регулироваться.

МАШИНА ДЛЯ РАЗВАЛЬЦОВКИ ТРУБ МЭР-16М-3-48

Данная машина является новинкой, не имеющей аналогов на рынке электрических развальцовочных машин. Предназначена для развальцовки труб наружным диаметром 16 - 42 мм в котлах, парогенераторах, теплообменных аппаратах и АВО.

Мотор-редуктор выполнен на базе бесколлекторного двигателя постоянного тока с безопасным напряжением 48 В, что делает машину исключительно надежной и долговечной. Для подвески и компенсации веса мотор-редуктора используется балансиры.

Блок управления машины, выполненный на базе программируемого логического контроллера (ПЛК) Segnetics, организует цикл развальцовки по тем же принципам, как и в развальцовочных установках ТЕХРЕМЭКС старшего поколения.

Безопасное напряжение, малый шум, компактность, возможность долгой непрерывной работы делают эту машину чрезвычайно удобной в эксплуатации при больших объемах работ, особенно внутри камер.

Машина МЭР-16М-3-24 (24В) успешно применяется в т.ч. на Волгодонск Атоммаш вместо использовавшегося ранее импортного аналога.

МАШИНА ДЛЯ РАЗВАЛЬЦОВКИ ТРУБ МЭР-16М-4

Предназначена, преимущественно, для осуществления ремонта теплообменных аппаратов и АВО с трубами наружным диаметром от 12 до 28 мм. Машина удобна в работе благодаря дополнительной рукоятке с пластиковой ручкой, компенсирующей реактивный крутящий момент. Эргономичность, безопасность, малый вес, возможность работы в стесненных условиях, низкий уровень шума, цикл развальцовки с точной отработкой до заданного крутящего момента, организуемый электронной системой управления, в сочетании с невысокой стоимостью, делает эту машину удачной альтернативой пневматическим вальцовочным приводам.

УСТАНОВКА ДЛЯ ТОРЦЕВАНИЯ И ВЫСВЕРЛИВАНИЯ ТРУБ МЭТ-2

Предназначена для торцевания и высверливания труб диаметром 10-38 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 до 1400 мм.

Блок охлаждения и смазки обеспечивает оптимальный режим охлаждения инструмента.

Система управления мотор-редуктором позволяет подобрать оптимальную скорость резания углеродистых, нержавеющей труб и труб из цветных металлов. Максимальная скорость оборотов - 504 об/мин.

Каретка с закрепленным мотор-редуктором главного привода, перемещается по вертикальной раме с помощью цепного привода, приводимого червячным мотор-редуктором, имеющим 2 скорости вращения, высокую и низкую. Это позволяет быстро переместить мо-



МЭР-16М-3-48



МЭР-16М-4

тор-редуктор главного привода на нужный участок и затем произвести точное позиционирование.

Не имеющие аналогов установки МЭТ-2 применяются, в том числе, на предприятиях: ООО «Томскнефтехим», ООО «Газпром нефтехим Салават», ОАО «Волгограднефтемаш» (МЭТ-2 эксплуатируются там 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 кардинальной экономией инструмента, благодаря непрерывной автоматической подаче воздушно-эмульсионной смеси (или воздуха) в зону резания.



ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАТЯЖКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШАЙБ И МЕХАНИЧЕСКИХ НАТЯЖИТЕЛЕЙ «НУТОРС» ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СОСУДОВ И АППАРАТОВ

Существует стандартный набор способов затягивать и ослаблять резьбовые соединения. Случай применения ударных ключей не позволяет гарантированно герметизировать фланцевое соединение. Как правило, после нагружения во время испытания требуется подтяжка. В случае данного метода мы рассматриваем эволюцию выбора оптимальных приемов для конкретных ситуаций.

Применение компенсирующих шайб фирмы «Hytorc» на крепеже



сосудов и аппаратов позволяют радикально купировать возможные утечки во время эксплуатации. С активной стороны шлицевая шайба устанавливается под гайку. Гидравлическим, пневматическими электрическим гайковертам требуется упор противодействующей силы, который опирается о неподвижную точку. Шайба сама по себе является точкой опоры.

На другом конце шпильки находится вторая гайка. Под гайку на пассивной стороне устанавливается стопорная шайба, вследствие чего нет необходимости применения контр-ключа или отдельного исполнителя, удерживающего ответную гайку от проворота.

При использовании шайб и механических натяжителей «Hytorc» сила затягивания и противодействующая сила направлена по одной центральной оси резьбовой шпильки. За счет этого не возникает боковой нагрузки и не требуется установка упора для компенсации реактивного момента.

Данная практика рекомендована к применению в нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических организациях группы «ЛУКОЙЛ».

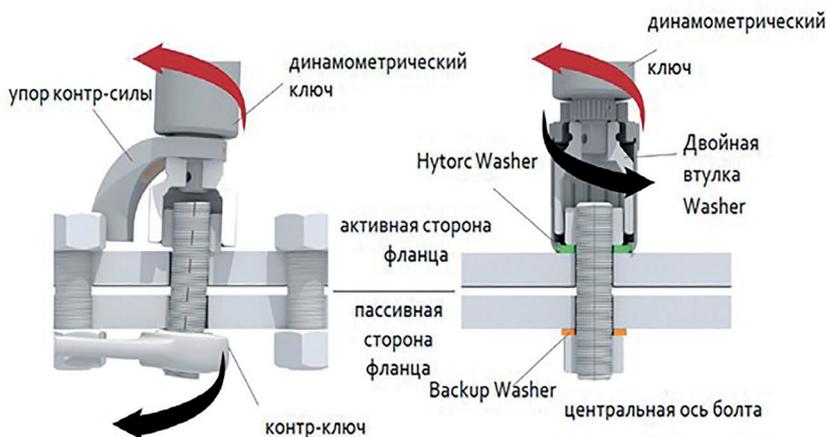
В частности, на предприятии ООО

«ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», благодаря применению этой технологии, удалось избежать утечек, в том числе, во фланцевых соединениях распределительных коробок теплообменников в межремонтный период. Установка замедленного коксования №59 комплекса переработки тяжелых нефтяных остатков. Базовый проект Conoco Phillips. Трансферный трубопровод из печи в реакторы коксования оборудован многоходовым пробковым устройством переключения.

С момента пуска установки в 2011, эксплуатационный и ремонтный персонал постоянно сталкивался с проблемой герметичности крышки корпуса устройства. Рабочая температура эксплуатации 505°С, класс давления ANSI600. Режим переключения от 12 до 18 часов. С учетом резко циклического режима работы, периодическим (раз в сутки) прогревом и пуском очередного реактора, наблюдающейся разгерметизацией, служба технического надзора провела подбор прокладочного материала эффекта не дала. Утечки продолжались. Переуплотнение разъемного соединения проводилась каждый остановочный

Гидравлический ключ с упором

Hytorc Washer и Backup Washer





На фотографии показаны размеры шайбы. Видно, что это не громоздкое изделие, его надежность обусловлена отсутствием подвижных соединений. Шайбу не надо обслуживать. Ресурс зависит от количества циклов закручивания. Допускается многократное использование.



Процедура установки способом симметричной затяжки.

ремонт. Ремонтные работы подразумевали полную разборку многоходового устройства.

В октябре 2018 года, на крепеж установили компенсирующие шайбы фирмы «Хайторк».

Герметичность подтверждена годом эксплуатации.

Указанный подход применен к подогревателям сырьевых потоков и к парогенераторам, которые переуплотняются каждый остановочный ремонт. В апреле 2019 года в период остановочного ремонта на установке №59 крепеж фланцевых соединений распределительных коробок теплообменников поз. Е-001, Е-002, Е-005, был оснащен шайбами «Хайторк». В течении года эксплуатации утечек не обнаружено.

С учетом положительного эффекта принято решение дополнить шайбы «Хайторк» гайками-механическими натяжителями и применить их для компенсации теплового удара первого ряда сырьевых теплообменников установки гидроочистки дизельного топлива. Для рабочих условий устройства с температурой применения до 570°C, давлением в аппарате до 12 Мпа.

Вышеописанная технология нашла свое отражение в стандарте АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», СТО 0022368-023-2015 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы затяжки резьбовых соединений».

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АО «ВНИИПТХИМНЕФТЕАППАРАТУРЫ»

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» как головная технологическая организация по креплению труб в трубных решетках теплообменных аппаратов и затяжке резьбовых соединений в отраслях химического и нефтегазового машиностроения, разрабатывает и обеспечивает предприятия отрасли нормативными документами, является разработчиком ГОСТ Р 55601-2013 «Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения. Крепление труб в трубных решетках. Общие технические требования», 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.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» оформляет:

- письма-разрешения на отступление от нормативных документов по креплению труб в трубных решетках;
- письма-рекомендации по тех-

нологии крепления труб в трубных решетках.

АО «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 «Уралтехстрой-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. Изработанной таким образом практики, ООО «Компания «Уралстройкомплектация» уверена, что это несомненно является дополнительной гарантией качества, поставляемого данными предприятиями теплообменного оборудования.