



## СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТНЫЙ ТРУБОПРОВОД

Проекты строительства трубопроводов требуют Предварительного нагрева перед сваркой. Стыки этих 36-ти дюймовых труб были нагреты стандартными индукционными одеялами. Необходимость защиты одеял привела к использованию чехлов Kevlar. Рабочие определяют температуру на стыке и дают «добро» оператору трактора. Он отключает Proheat с помощью дистанционного выключателя.



## PROHEAT В СУРОВЫХ УСЛОВИЯХ

Аппараты Proheat надежно работают в течении круглого года на строительстве отдаленных трубопроводов в разных точках планеты и в разных климатах. Холодными зимами в Сибири и в Северной части Канады температура может опускаться ниже  $-40^{\circ}\text{C}$  и наоборот в пустынях Среднего Востока градусник может показывать выше  $+50^{\circ}\text{C}$ .





## ТРАНСПОРТНЫЙ ТРУБОПРОВОД

При сварке стыков трубопроводов большого диаметра требуется поддержание минимальной температуры для последующего шва. В этом случае, термопары расположены в нижней части под индукционным одеялом и Proheat запрограммирован на температуру выше требуемого минимума, для полной уверенности что в зоне сварки температура достигает необходимых параметров.



## «ПРИХВАТКА» НА ТРАНСПОРТНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

Требование предварительного нагрева характерно для «прихватки» при выравнивании во время строительства новых трубопроводов. Обычно они необходимы при пересечении дороги или реки. Наличие удлинительного кабеля 24 м позволяет проводить нагрев при любой глубине траншеи. Наружная струбцина для выравнивания стыков (слева от индуктора) была расположена на стыке для прихватки и затем отодвинута для заварки шва.





## НАГРЕВ ТОЛСТОСТЕННЫХ ЛИСТОВ, ОБРАТНАЯ СТОРОНА

Нагрев необходим перед сваркой толстолистовых листов в строительстве конструкций. В данном случае листы стали нагревались с обратной стороны стыка. Длинная деревянная доска используется для плотного прижатия индукционного одеяла к стали. Контрольные термопары всегда располагаются на стороне индуктора см. фото. (Температурный датчик слева)



## НАГРЕВ ПЕРЕД СВАРКОЙ ЛИСТОВ – ВИД СВЕРХУ

Другой пример нагрева толстолистовых листов с расположением индуктора под стыком и его прижатием деревянной доской. Идет подготовка к автоматической сварке под флюсом с фиксацией стальными купонами. Два аппарата Proheat были задействованы для выполнения этого задания, поддерживая необходимую температуру на протяжении 12 часов.





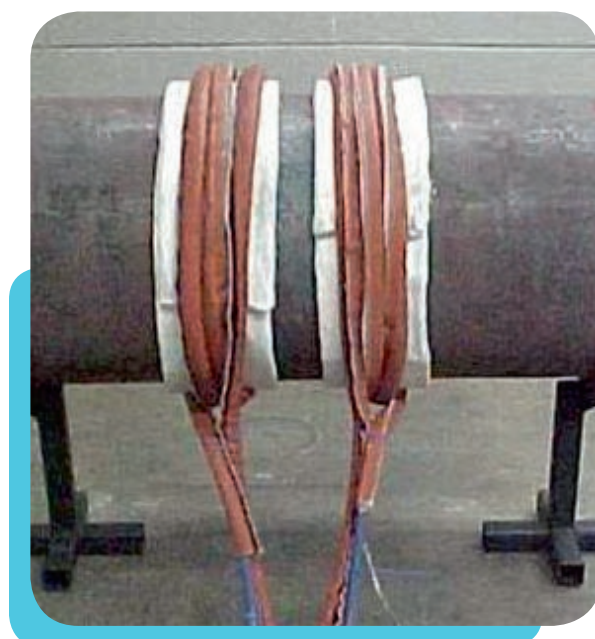
## НАГРЕВ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Прочные толстостенные трубы иногда используются в качестве несущих опор. Эти примеры можно встретить на «плавучих» платформах, конструкциях зданий, крыш, последнее показано на фото. Во многих технических заданиях для строительства опор требуется нагрев, во избежание рисков образования трещин на швах. Обратите внимание, что одеяло зафиксировано на вертикальной трубе.



## УСТАНОВКА ИНДУКТОРОВ ДЛЯ НАГРЕВА СТЫКОВ ТРУБ

Индукционные кабели с жидкостным охлаждением часто используются для предварительного нагрева. Данное фото показывает правильное расположение витков для нагрева двух сторон стыка одним индукционным кабелем.





## НАГРЕВ ТРУБНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Предварительный нагрев затребован в технических заданиях многих заводов по производству труб для теплоэлектростанций и труб усложненных конфигураций. Здесь задействован один индукционный кабель для нагрева двух сторон стыка с поддержанием определенной температуры для всего сварочного процесса. Витки кабеля не нагреваются в процессе нагрева. Заметьте новые серебристые защитные чехлы для индукторов.



## НАГРЕВ КОРПУСА ЧУГУННОЙ ЗАГЛУШКИ

Фотография нагрева корпуса заглушки для ремонта, демонстрирует возможности индукционных кабелей менять конфигурацию площади нагрева, принимая гометрические формы нагреваемых конструкций.





## ОБМОТКА ДЛЯ НАГРЕВА УГЛОВОЙ ВРЕЗКИ

Неметаллические предметы часто используются для крепления на них гибких индукторов, для нагрева различных геометрических конструкций. Данная конфигурация расположения индукторов предназначена для нагрева стыков при врезке трубы малого диаметра в резервуар под заданным углом.



## РАСПОЛОЖЕНИЕ ЛЕКАЛА С ОБМОТКОЙ НА СТЫКЕ

Подготовленная обмотка, показанная на предыдущем фото, опускается в трубу (врезка под углом) для нагрева «изнутри». Индукционная обмотка закреплена на пластиковую трубу меньшего диаметра, чтобы осталось место для изоляционного материала, защищающего индуктор.





## ПРИМЕР ОБМОТКИ С НАЛОЖЕНИЕМ ИНДУКТОРОВ

Пример 2-х уровневой фиксации индукционных кабелей с использованием направляющих гофрированной пластиковой трубы для нагрева стыка толстостенной трубы в месте приварки фланца (см. следующее фото). Плотный контакт со сталью обеспечивает хорошее магнитное взаимодействие и использование 35-ти кВт мощности Proheat.



## РАСПОЛОЖЕНИЕ 2-Х ЯРУСНОЙ ОБМОТКИ НА СТЫКЕ

Внутреннее расположение закрепленной обмотки в месте стыка фланец/труба, позволяет производить нагрев «изнутри» и не мешает сварке стыка «снаружи». Спейсеры используются для равномерного воздушного зазора между обмоткой и внутренним диаметром соединения. Аналогичные обмотки закрепляются на стационарных стендах для создания возможности сварки поворотных стыков.





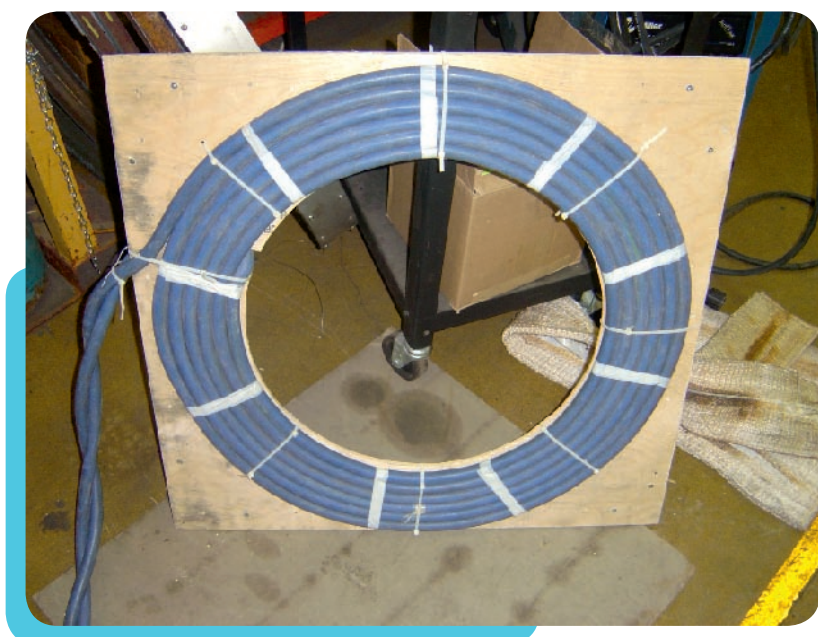
## НАГРЕВ «ТРОЙНИКА»

Пластичность индукторов важна для создания различных геометрических форм. В данном случае короткий отрезок трубы приваривается к трубе большего диаметра. Один индукторный кабель использован для формирования обмотки в виде «седла» на большей трубе и витков спирали на малой, оставляя достаточно места сварщику.



## ОБМОТКИ PRONEAT ДЛЯ НАГРЕВА ЛИСТОВ

Эта круглая, но «плоская» обмотка в форме «баранки» была создана для нагрева стыка для сварки тостостенного круглого основания и тонкостенной трубы







## «ВЫТЯНУТЫЕ» И «КРУГЛЫЕ» ФОРМЫ ОБМОТОК

Большое разнообразие обмоток может быть создано, благодаря гибкости индукционных кабелей.



## КОНФИГУРАЦИИ ОБМОТОК ПО УГЛОМ 90 ГРАДУСОВ

Плоская конфигурация обмоток может использоваться для нагрева стыков в горизонтальной плоскости или под углом. См. фото нагрева стыка двух несущих тавровых балок, перпендикулярных друг другу. Фанера, часто используется для крепления обмоток для нагрева 204 С и ниже. Обратите внимание на полдюймовую изоляцию.





## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОБМОТКИ

Обмотки часто изобретаются технологами для повторения геометрии нагреваемых деталей. С учетом, что предварительный нагрев требует лишь 204 °С, неметаллические материалы, например фанера, могут применяться для крепления кабелей индуктора.



## ОБМОТКА – «ПОЛУКРУГ»

Это фото – установки обмотки с предыдущей фотографии, было отправлено заказчиком на Miller с надписью – «Не греет как хотелось бы». Заказчик принял решение делать нагрев с изоляцией «КАОWOOL» вместо изоляции Miller из материала с силиконовой нитью. Обмотка индуктора оказалась на расстоянии 76 мм от стали, что уменьшило магнитное взаимодействие и передачу мощности для нагрева.





## ДОМКРАТ ДЛЯ «ПЛАВУЧЕЙ» ПЛАТФОРМЫ

В данном случае «зубцы» подъемника требуют нагрева перед сваркой к несущей трубе. Гибкие индукторы индукционного нагрева с жидкостным охлаждением легко следуют контурам различных геометрий.



## «ВЫТЯНУТЫЕ» ОБМОТКИ

43-х метровый индукционный кабель идеально подходит для создания обмотки для нагрева длинных заготовок, как например эта балка «плавучей» платформы, или для длинных стыков, характерных для сварки больших листов. Хотелось бы повторить, – используйте проверенную изоляцию с силиконовой нитью, а не «KAOWOOL» или дешевую стекловату. Непроверенные материалы могут не иметь требуемых характеристик для защиты индукторов.





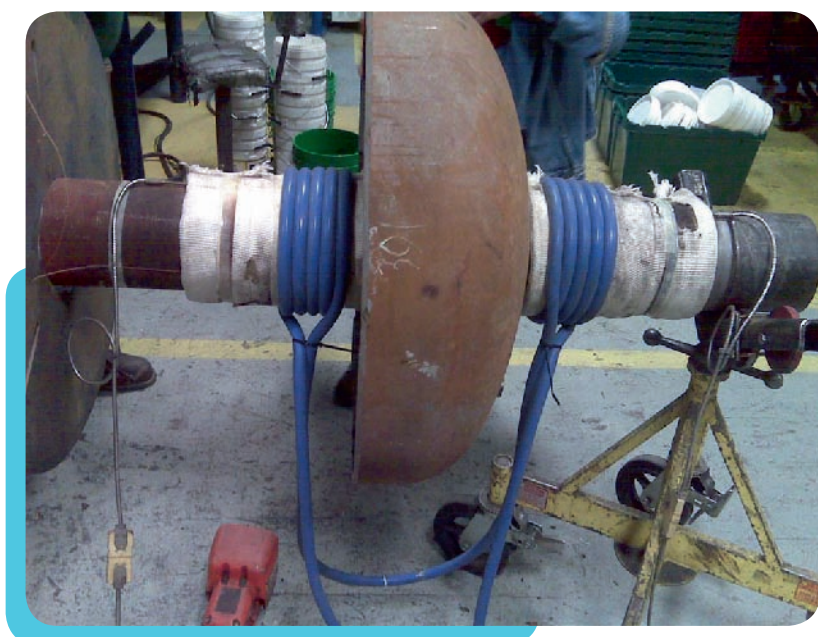
## ОБМОТКА – «ВЫТЯНУТАЯ БАРАНКА» С ЗАГНУТЫМИ КРАЯМИ

Вместо витков спирали вокруг трубы, в этом случае используется заготовка обмотки в виде вытянутой «баранки» с загнутыми краями, в виде ракушки, для быстрого снятия и повторной установки. Частота использования – диктует оптимальную форму обмотки.



## НАГРЕВ ДВУХ ВАЛОВ

Литая цилиндрическая крышка требует нагрева в местах приварки к стальным валам. Обычно эта операция выполняется одним кабельным индуктором с формированием двух обмоток, с использованием части кабеля в виде «перемычки» на противоположную сторону.





## НАГРЕВ ПЕРИМЕТРА ЧУГУННОЙ ЗАГОТОВКИ

Данная чугунная заготовка требует нагрева по периметру перед сваркой.



## «ПРИМЕРКА» РАСПОЛОЖЕНИЯ ВИТКОВ ОБМОТКИ

На этот вал, используемый для дробления пней больших деревьев, необходимо приварить «зубцы». Заказчик обдумывает, как правильно расположить индуктора для равномерного нагрева вала, прежде чем он закроет его изоляционными пледами.





## НОТ ТАР – ВРЕЗКА В ТРУБОПРОВОД

Осуществляется сварка /  
врезка «тройника» (2-х секц. Т)  
для промышленного трубопровода  
перерабатывающего завода.  
Локализованный нагрев легко  
осуществляется индукционным  
нагревом для поддержания  
температуры при наложении  
сварочных швов. Деревянная форма  
использована для позиционирования  
обмотки для нагрева стыка двух  
секций.



## НОТ ТАР – ВРЕЗКА В ТРУБОПРОВОД

Для соединения с основной трубой  
необходимо заварить круговые стыки  
на каждом конце Т-образной,  
2-х секционной врезки.





## НАГРЕВ-РЕМОНТ «РУКАВА» 34 НЕФТЕПРОВОДА

«Рукава» повышения прочности часто привариваются к секциям старых нефтепроводов. В данном случае два аппарата использовались для независимого нагрева и контроля температуры стыков нефтепровода и «рукава» перед сваркой.



## 2-Х СЕКЦИОННАЯ ОБМОТКА ДЛЯ НАГРЕВА ЛИСТОВ

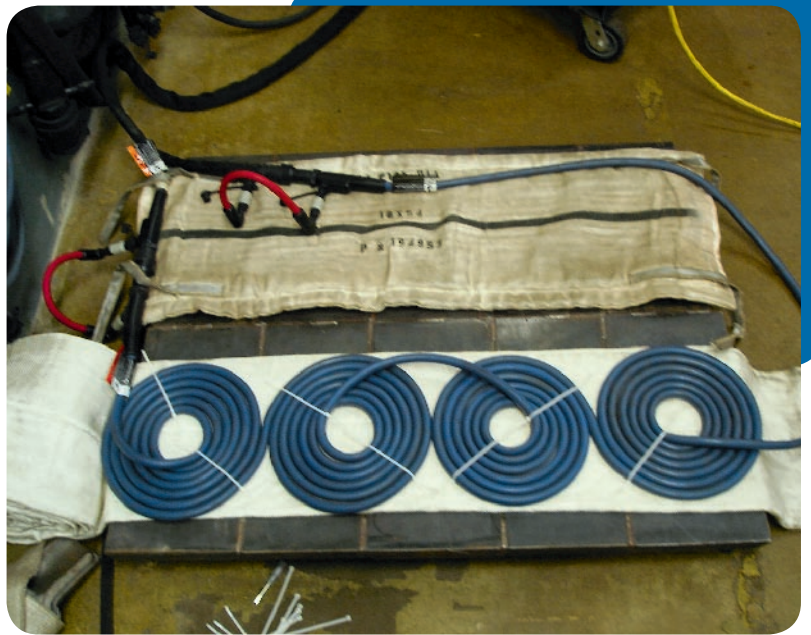
Обмотка в виде двух «баранок» разложена для подготовки предварительного нагрева листов в «движении», с перемещением обмотки впереди движущейся горелки для автоматической сварки под флюсом. Proheat может нагревать листовую сталь 25 мм до T свыше +121 °C в движении, со скоростью равной стандартной скорости сварки.





## 4-Х СЕКЦИОННАЯ ОБМОТКА

Ещё один пример подготовки обмотки для нагрева листов «в полете» – движении. Кабельные индуктора достаточно пластичны для формирования четырех круговых секций для направленного нагрева.



## ОБМОТКА НА ДВИГАЮЩЕМСЯ МОДУЛЕ

Витки индуктора успешно приспособлены для автоматической сварки под флюсом, в движении, с опережением горелки. В этом исполнении, управление мощностью Proheat осуществляется не на данных температуры от термопар. Аппарат работает в «индивидуальном» режиме с запрограммированными данными выходной мощности. Модуль сделан из термостойкого стеклопластика, оси – из углепластика и колеса из немагнитной нержавеющей стали.







## НАГРЕВ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ КОНСТРУКЦИИ

Этот вид демонстрирует часть индукционного кабеля, которая была использована для небольшой обмотки для нагрева стыка со стороны цилиндра. Поскольку толщина стенки корпуса меньше чем само основание, была создана меньшая обмотка для предотвращения перегрева.



## НАГРЕВ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ КОНСТРУКЦИИ

Это вид позволяет рассмотреть положение обмоток нагрева поворотных стыков, не мешающих вращению всей конструкции. Сталь нагревается по мере вращения и прохождения мимо обмоток, зафиксированных стационарно.



## НАГРЕВ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ОСНОВАНИЯ

Для производства опор и башен необходим нагрев поворотных стыков при сварке толстостенного основания и формованного цилиндрического корпуса. На фото – заготовка обмотки для нагрева основания с обратной стороны.





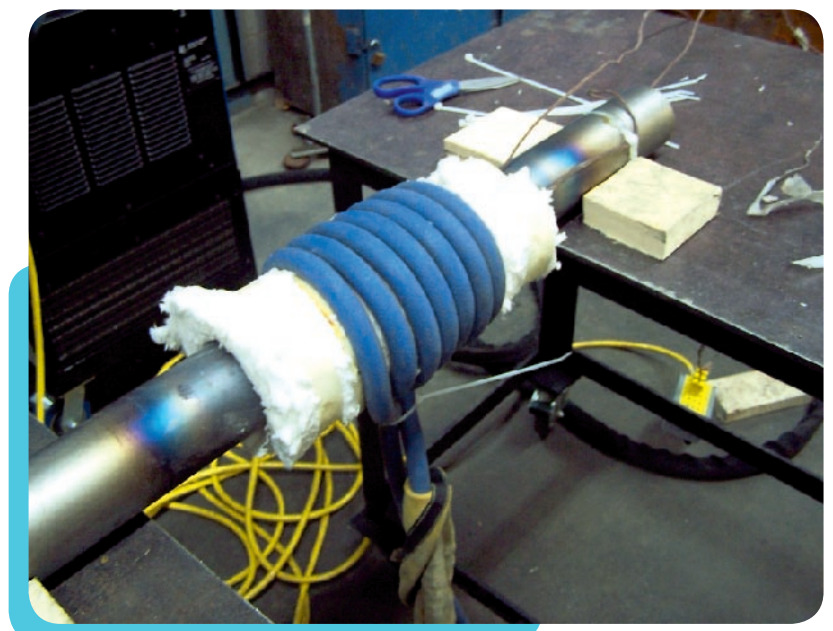
## ТЕПЛО ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ – РВНТ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Proheat идеально подходит для сварки стыков труб различной конфигурации при строительстве теплоэлектростанций. Термопары привариваются к трубе согласно задания обработки и закрываются многоразовыми изолирующими пледами с силиконовой нитью. Витки индуктора наматываются поверх изолирующего материала и свободно удерживаются на вертикальной трубе.



## РВНТ ОБРАБОТКА – ТРУБ МАЛОГО ДИАМЕТРА

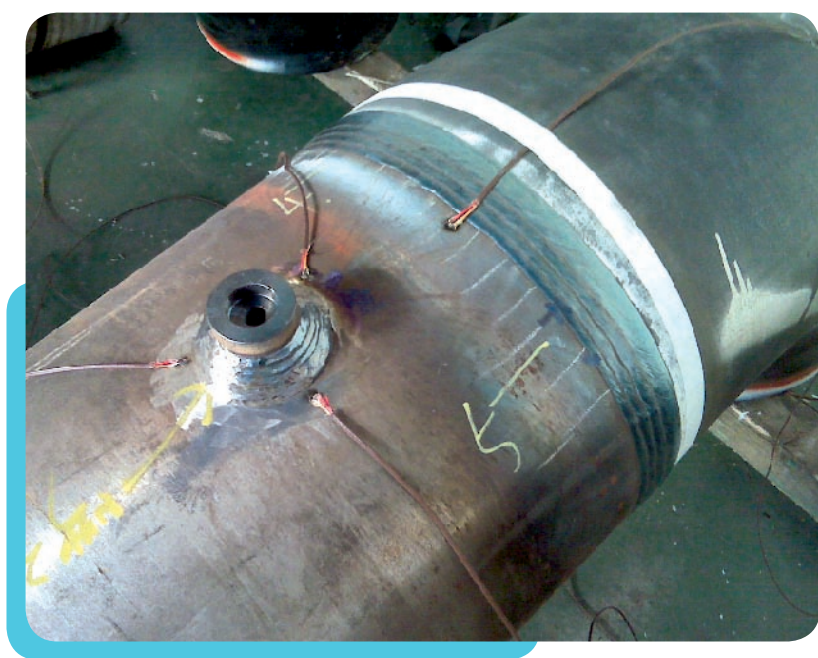
Идет практическая проверка необходимого количества витков для создания достаточной нагрузки для термообработки, трубы малого диаметра около 75 мм, во избежание срабатывания «Ошибки» аппарата. Очень часто, для небольших объемов нагрева, Proheat используется не на полную мощность (35кВт). Изоляция «КАOWOOL» не должна использоваться для промышленного применения.





## ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СВАРКИ ПАТРУБКА

Все режимы Термической обработки требуют поступления информации от термопар к источнику питания для регулирования выходной мощности, чтобы соблюсти скорость нагрева и температуру «выдержки» указанные в задании. Количество термопар и их расположение обычно указано в техническом задании на обработку.



## НАГРЕВ БУРОВОЙ ТРУБЫ – 2 ЗОНЫ – 2 КАБЕЛЯ

На этом примере показан одновременный нагрев 4-х участков буровой трубы, с использованием 2-х выходных терминалов источника питания и 2-х индукционных кабелей. При подключении нагрузки к обоим терминалам очень важно, чтобы геометрия и требования к нагреву деталей были одинаковыми, поскольку у Proheat отсутствует независимый контроль нагрузки каждого терминала.





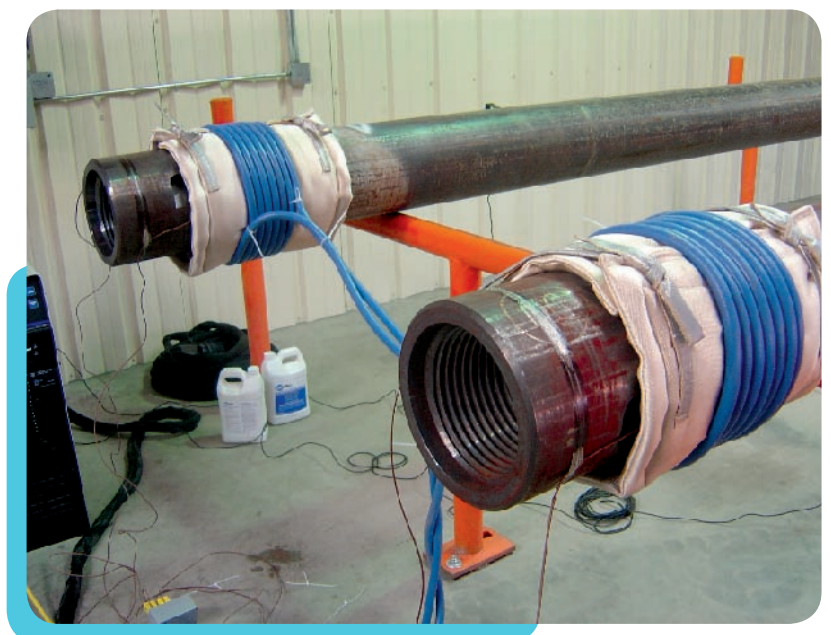
## ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА В ШИРОКОЙ ЗОНЕ

Витки необязательно должны быть расположены плотно друг к другу. Часто кабеля индуктора недостаточна для нагрева широкой зоны, если витки плотно намотаны. На этом фото, обмотка показана с витками на расстоянии 75–100 мм друг от друга. Макс. нагрев находится под кабелем, но температура нагрева всей зоны между витками медленно выравнивается, по истечении времени.



## НАГРЕВ БУРОВОЙ ТРУБЫ – 2 ЗОНЫ

При использовании одного кабеля можно нагреть не один, а несколько участков, при условии, что геометрия деталей и требование к нагреву – одинаковы. В данном примере, использован один кабель, от одного из выходных терминалов аппарата, для нагрева одинаковых элементов, приваренных к одинаковым трубам. Однако, по возможности, необходимо закрывать заглушками концы труб для сохранения тепла.





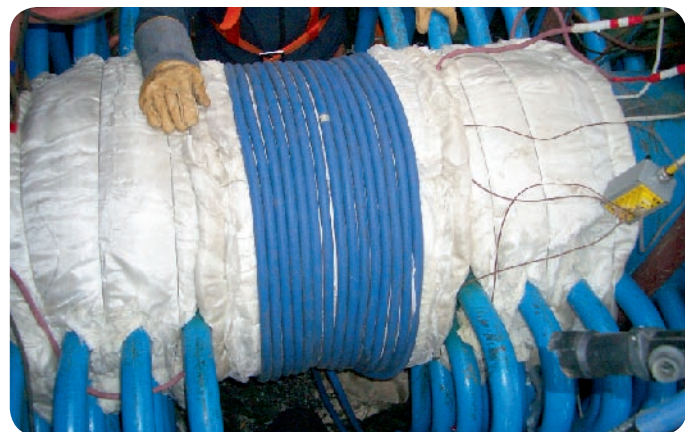
## ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА В МЕСТЕ СВАРКИ ПАТРУБКА

Витки индуктора, при необходимости, легко раздвигаются для выравнивания температуры нагрева. При сварке патрубка, см. предыдущее фото, витки обмотки поверх изоляции слегка раздвинуты для равномерного нагрева.



## ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА БОЙЛЕРА, КИТАЙ

Технические задания по сварке труб и бойлеров (P91, P92) теплоэлектростанций обычно предписывают «выдержку» при T 1400F (760 C). Очень важно минимизировать потери тепла и это возможно, за счет дополнительной наружной изоляции индукторов для сохранения температуры.



## ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Труба большого диаметра требует локализованного снятия стрессовой нагрузки после сварки. Всегда объясняйте своим заказчикам, что дополнительная изоляция и «заглушки» на концах трубы, улучшают процесс нагрева и шансы на успешное достижение температуры «выдержки», указанной в техническом задании.





## ТЕРМООБРАБОТКА 20-ТИ ДЮЙМОВОЙ ТРУБЫ, ТОЛЩИНА СТЕНКИ 90 ММ

Тестовая проверка нагрева стыка толстостенной трубы (90 мм, Р92) до  $T 760^{\circ}\text{C}$ , с целью убедиться что при «выдержке» температура в районе стыка распространяется и удерживается на заданном уровне. Обратите внимание – термопары укреплены на стыке.



## РВНТ НАГРЕВ – ЛАБОРАТОРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

При использовании индукционного нагрева на испытываемой трубе, показания температуры одинаковы на отметках «12 часов» и на отметке «6 часов».



## ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ОБРАБОТКА – РВНТ

Высокотемпературная обработка характерна при сварке труб из легированных сталей с 9 % содержанием хрома, параметры снимаемые с 2-х термопар, указывают температуру выше  $760^{\circ}\text{C}$ . Обратите внимание, что электронное записывающее устройство регистрирует скорость нагрева до температуры «выдержки» и очень аккуратно регистрирует температуру во время выдержки.

