

# Отчет о применении на практике



terraneets bw

terraneets bw  
GmbH

## Размагничивание трубопроводов с помощью Degauss 600

Техника от EWM на стройплощадках terraneets bw GmbH в действии

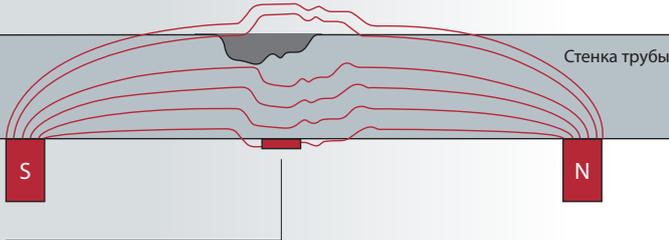
Интеллектуальный диагностический внутритрубный снаряд для оценки состояния газопроводов высокого давления



Здесь каждый сварной шов должен быть на месте: газопроводы высокого давления должны соответствовать самым высоким стандартам техники безопасности. Поэтому эксплуатационные компании, такие как terraneets bw GmbH, регулярно проверяют толщину стенок при помощи так называемых диагностических внутритрубных снарядов. Проблема: намагничивание кабелей испытательной системой. При необходимости проведения ремонтных работ происходит отклонение сварочной дуги в процессе сварки, приводящее к образованию пор и непроваров. Для предотвращения этой проблемы компания EWM разработала устройство для размагничивания Degauss 600. Решение компании EWM является удобным, компактным и подходящим для стройплощадок.

Для обеспечения целостности проверка газопроводов высокого давления осуществляется при помощи так называемой «интеллектуальной системы диагностики трубопроводов внутритрубным снарядом». Диагностический внутритрубный снаряд для проверки трубопроводов представляет собой цилиндрический корпус, состоящий из нескольких дисков с уплотнительными манжетами у стенки трубы. Его перемещение по трубе осуществляется за счет перепада давлений. Длина диагностического внутритрубного снаряда составляет 6-10 м, скорость перемещения варьируется в диапазоне 1-5 м/с.

Принцип метода рассеяния магнитного потока



Сильное магнитное поле устанавливается параллельно стенке трубы. Отклонение линий магнитного потока происходит в следующих случаях:

- произошла утеря материалов внутри стенки трубы.
- имеется намагничивающийся материал вблизи стенки трубы.
- изменились характеристики материала трубы.

Толщина стенки трубы измеряется методом рассеяния магнитного потока (Magnetic Flux Leakage). Для этого необходимо использовать прочные манжеты с кольцеобразным расположением на диагностическом внутритрубном снаряде; сразу после этого установленные линии магнитного потока регистрируются с помощью датчиков. Эти сигналы, записанные в ходе измерений, сравниваются с эталонными сигналами. На основании отклонений могут быть обнаружены возможные места утери материалов или овальности. Возможно обнару-

## Проверенные трубопроводы постоянно намагничены

жение расположения найденных мест, поскольку интеллектуальный диагностический внутритрубный снаряд имеет систему определения пройденного расстояния. Недостаток данного метода измерения заключается в постоянном намагничивании проверяемых трубопроводов. Поэтому на основании результатов измерений должен производиться своевременный ремонт мест с обнаруженными дефектами. Участвующим компаниям (terranets bw GmbH — в качестве эксплуатационной, а Leonhard & Weiss GmbH — в качестве подрядной строительной компании) было очевидным наличие в трубе сильной остаточной намагниченности вследствие применения системы диагностики внутритрубным снарядом.

Для решения известных проблем намагничивания в процессе сварки — отклонение сварочной дуги и образование пор и непроваров — компании EWM AG было поручено устранение остаточного намагничивания в трубе во время сварки с помощью устройства для размагничивания Degauss 600. Основным принципом является формирование магнитного поля проводником, по которому течет ток. Для размагничивания трубы токоподводящий кабель наматывается вокруг нее как можно плотнее. Вследствие протекания тока

может формироваться магнитное противополе одинаковой напряженности, что обеспечивает устранение остаточного намагничивания. Чем больше витков, тем больше максимальная напряженность поля, которую можно создать при постоянном токе.

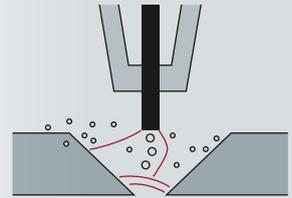
## В Degauss 600 предлагается два варианта размагничивания

В Degauss 600 предлагается два варианта размагничивания:

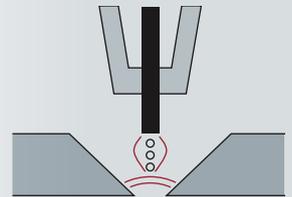
1. Функция Degauss предусматривает высокое значение тока на начальном этапе с постепенным уменьшением подачи тока с использованием чередующейся полярности. Вдоль кривой гистерезиса происходит размагничивание детали. Этот метод очень эффективен в отношении коротких деталей.
2. При использовании метода активгаусс ток постоянно протекает по обмоткам, за счет чего формируется постоянное магнитное поле. Этот метод используется в отношении длинных деталей, например, как в данном случае, в трубопроводах.

Перед установкой новой секции трубы диаметром 600 мм и толщиной стенки 10 мм выполнено измерение остаточного намагничивания в сварочном шве с использованием

Сварочная дуга при имеющемся остаточном магнетизме



Сварочная дуга при использовании Degauss 600



измерителя напряженности поля. Диапазон значений по периметру трубы составил 2-5 мТл. Согласно данным результатам исследований компании EWM AG, измеренные значения были ниже диапазона, в пределах которого еще можно выполнять сварку элек-

тродом. Поэтому то, что для этого участка трубы размагничивание, скорее всего, не потребуется, было прогнозируемым. Напряженность поля старой, удаленной секции трубы составила 18-35 мТл.

Предварительное масштабное исследование на базе компании EWM позволило установить требуемое количество витков и предполагаемый необходимый ток. В этом случае специалисты компании EWM решили разместить на трубе девять витков.

После установки нового участка трубы была

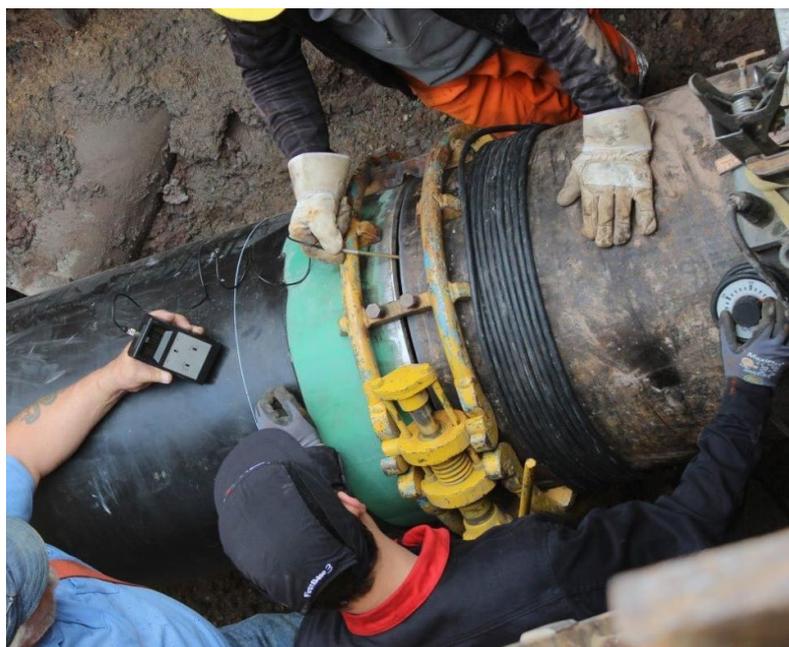
## Через минуту магнитное поле в месте сварки было скомпенсировано

выполнена проверка ее оставшейся старой секции. При этом была измерена напряженность поля в диапазоне 15-30 мТл по периметру. На рисунке показаны витки, необходимые на старой секции трубы.

Вследствие воздействия нагревания трубы на магнитное поле было произведено повторное измерение его напряженности после предварительного нагрева сварочного шва прибл. до 100 °С. С помощью дистанционного регулятора было установлено соответствующее значение тока (175 А) для компенсации магнитного поля. Через минуту магнитное поле в месте сварки было скомпенсировано и можно было начинать сварку. Как уже упоминалось, напряженность поля по периметру не является постоянной. При помощи системы катушек уже физически невозможно компенсировать эти колебания. Поэтому неудивительно, что по завершении сварки приблизительно четверти круговых швов ток размагничивания пришлось изменить. Напряженность поля уменьшается по мере продвижения процесса сварки (т.е. по мере соединения двух секций трубы), поэтому устанавливаемое значение тока также уменьшается. Данный процесс повторялся четыре раза до завершения процесса заварки корня. Сварщики получили указание прекратить сварку при ощущении негативного воздействия магнитного поля. Измерения показали, что при сварке MMA предельное значение составило 4-5 мТл. Это совпало с результатами исследований компании EWM в отношении сварки MMA. После успешной сварки корневого слоя происходит компенсация магнитных полей, что обеспечивает возможность сварки промежуточного и верхнего слоя без какой-либо компенсации. Во втором стыковом шве была замерена бо-

лее высокая напряженность поля, составившая 26-43 мТл. Для этого потребовалось 13 витков и ток размагничивания 140 А. Расстояние между намотанным кабелем и сварочным швом составило 16 см. Разработанные в лаборатории основные принципы обеспечивали выполнение сварных соединений на строительной площадке без задержки. Через 4,5 часа сварка была завершена, оба сварных шва успешно выполнены. Последующие рентгенологические и ультразвуковые исследования не выявили никаких отклонений. Независимого ответственного инженера по надзору TÜV Süd, а также участвующих представителей компаний terranets bw GmbH и Leonhard & Weiss GmbH убедили простота эксплуатации и пригодность для работ на стройплощадке (небольшая масса и малые конструктивные размеры) Degauss 600.

Измерение напряженности поля непосредственно перед сваркой. Новый участок трубы не был размагничен.

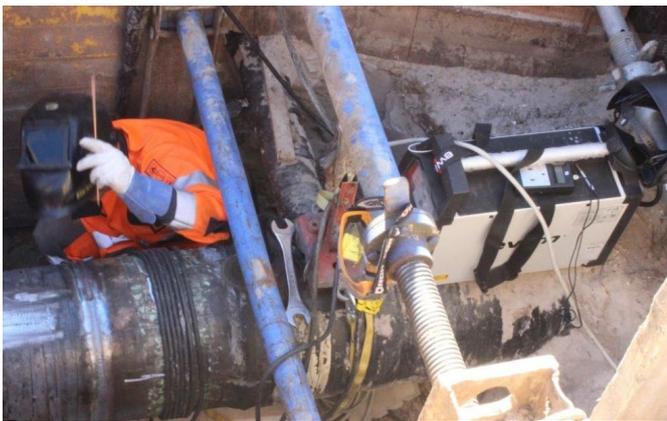


## На второй стройплощадке ожидается сложная задача

Там необходимо было заменить старую блокировочную задвижку газопровода высокого давления. Поскольку сварочный шов располагался вблизи задвижки, метод сварки MMA исключался: герметизирующие поверхности обратного клапана с шаровым затвором могли получить повреждения вследствие неизбежного возникновения брызг внутри трубы. Поэтому использовался метод сварки TIG. Однако в сравнении со сваркой MMA данный процесс сварки значительно чувствительнее к намагничиванию. Магнитные поля в этом случае должны быть полностью исключены.

Измеренная напряженность полей составила 10-12 мТл, что значительно меньше значений секции на первой стройплощадке, где применялась система диагностики внутритрубным снарядом. Поэтому для полного устранения магнитного поля потребовалось только шесть витков на 70 А (измеренные значения менее 0,5 мТл = 8 А/см). Негативное воздействие на качество сварки проявилось при напряженности поля прилб. 1,3 мТл. Сварка прерывалась три раза для корректировки индуцированных магнитных полей. При этом ток постепенно снижался прилб. до 40 А.

Успешная сварка TIG на фланце между секцией трубы и обратным клапаном с шаровым затвором



В то время как сварка первого стыкового шва требовала размагничивания только на участке трубы, во втором стыковом шве (вероятно, вследствие смещения магнитного поля после завершения процесса первой сварки) необходимо было компенсировать

как сторону клапана (-4 мТл), так и секцию трубы (от -12 до -18 мТл). При этом на участке трубы было установлено шесть витков. За счет разной полярности магнитных полей токоподводящий кабель участка трубы можно было протянуть до стороны клапана с удлинением трех витков и в одном направлении обмоток. При силе тока прилб. 80 А остаточная намагниченность была полностью компенсирована. До завершения заварки

## При силе тока прилб. 80 А остаточная намагниченность была полностью компенсирована

корня шва сварочный процесс прерывался четыре раза для корректировки. Конечный ток составил прилб. 25 А.

Результаты применения на практике показали, что Degauss 600 позволяет решить проблему магнетизма со сваркой при проведении ремонтных работ в отрасли строи-



тельства трубопроводов даже при наличии сильных магнитных полей. Требующиеся для этого компоненты являются удобными, компактными и подходящими для стройплощадок. Очень простая эксплуатация, при помощи дистанционного регулятора источник тока можно располагать даже за пределами строительного котлована.

Хорошая тандем-сварка: источник сварочного тока EWM PICO 260 CEL PWS и Degauss 600 (на заднем плане)

Отчет составлен при поддержке компании



terranets bw GmbH