
Технологии сварки трубопроводов среднего и большого диаметра для транспортировки кислых сред

Гийом ГРЭНДОР
Вице-президент

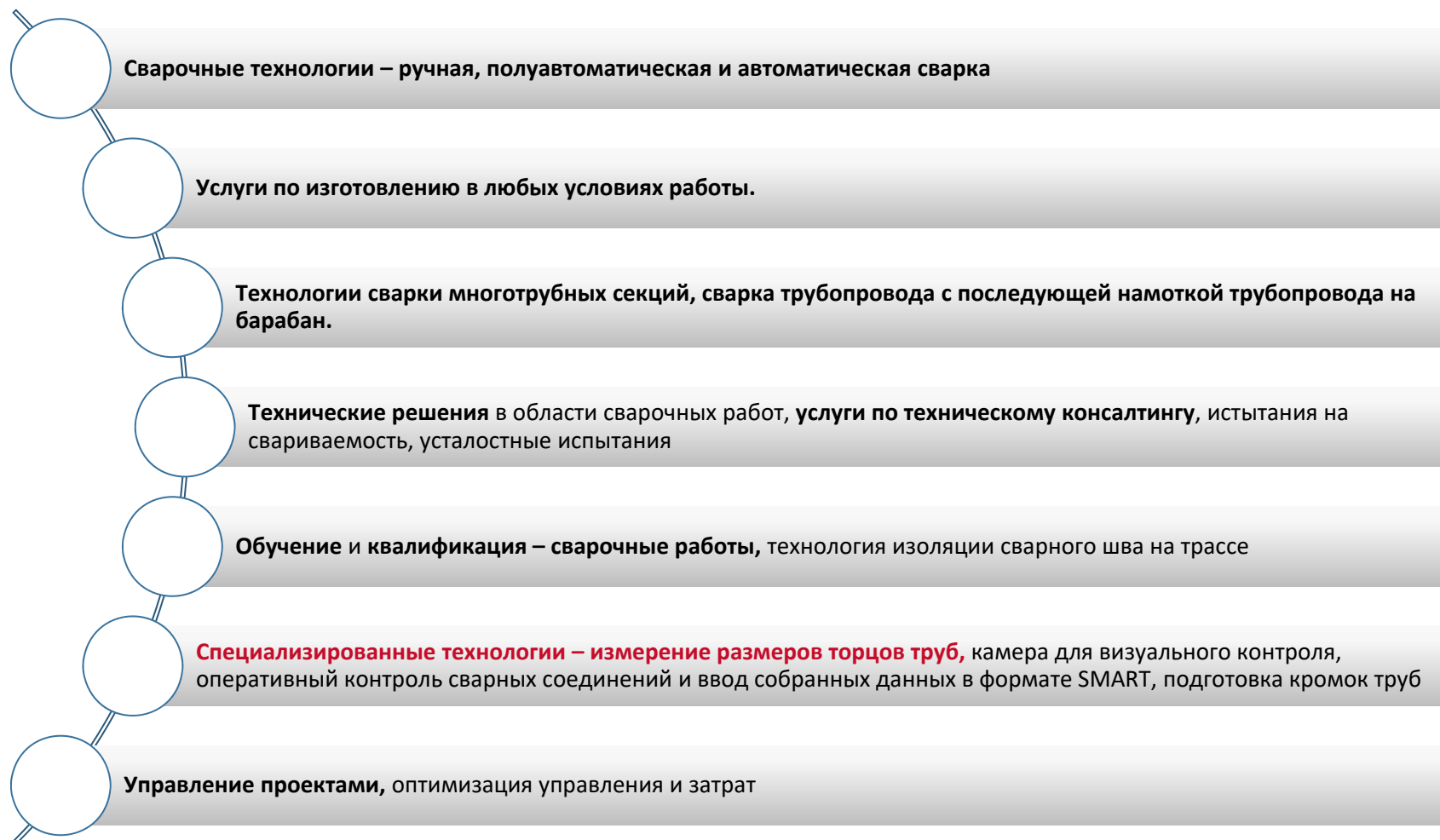
Александр ВАЛЬЗАК
Управляющий проектами

Самер МУХАММЕД
Менеджер по развитию

Содержание

- **Введение – Знакомство с компанией**
- Материалы на основе коррозионностойких сталей
- Достижения компании
- Технологии Serimax для наземных трубопроводов, берегового непрерывного монтажа трубопроводов и производства морских работ
- Технические решения для сварки коррозионностойких сталей
 - 13%Cr
 - 22%Cr и 25%Cr
 - Плакированные стали 316L / 825 / 625

Комплекс предлагаемых услуг



Экспертиза по отраслям



Морские и подводные работы



Наземные трубопроводы



СПГ/ПКХО/судостроение



Изготовление подводных конструкций



Технологические установки



Резервуары и терминалы



Атомная энергетика



Инженерные коммуникации – газоснабжение/ водоснабжение



Береговая база сварки и непрерывного монтажа трубопроводов



Трубопрокатная и трубная промышленность



Другие отрасли промышленности



Учебные заведения

Глобальный охват, офисы по всему миру

Более **650** сотрудников

12 постоянных офисов по всему миру и деятельность более чем в **22** странах

Каждый год:
до **200 000** сварных швов,
70 проектов в **22** странах

Средний показатель ремонта
меньше на **2%**

Предоставление технологий
сварки трубопроводов для
нефтегазовой промышленности по
всему миру

СЕВЕРНАЯ И ЦЕНТРАЛЬНАЯ АМЕРИКА

Хьюстон

СЕВЕРНАЯ ЕВРОПА

Эвантон
Ставангер

Центр высококачественных
сварочных технологий

Руасси-ан-Франс

ЮЖНАЯ АМЕРИКА

Рио-де-Жанейро

Европа, Ближний Восток и Африка / СНГ

Митри-Мори
Виллер-Котре
Москва
Саудовская
Аравия

АЗИАТСКО- ТИХООКЕАНСКИЙ РЕГИОН

Сингапур
Пасир Гуданг
Куала-Лумпур
Перт

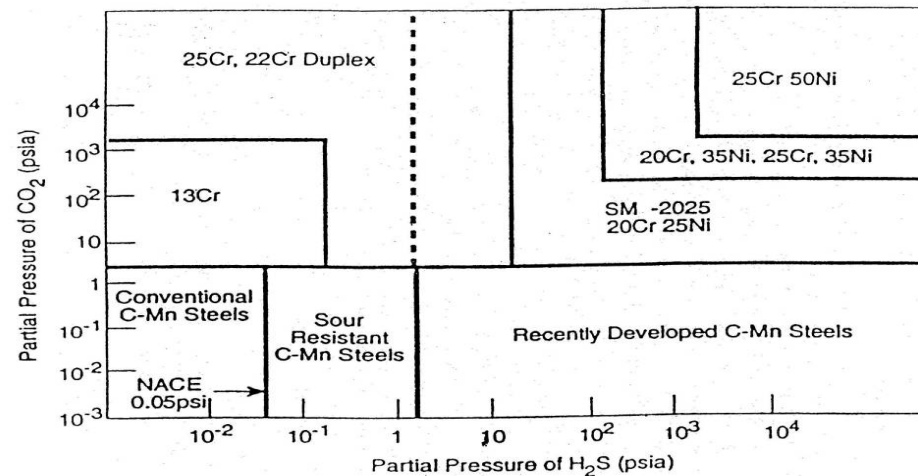
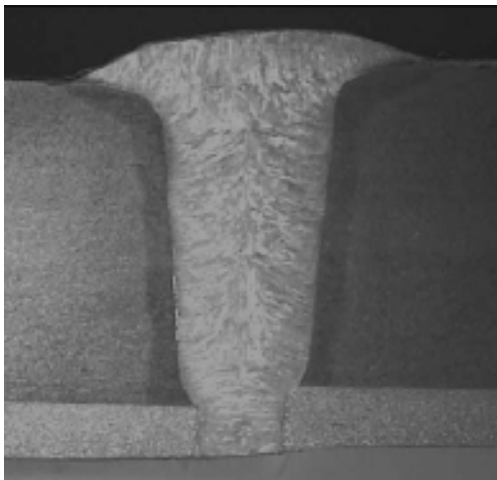
Содержание

- Введение – Знакомство с компанией
- **Материалы на основе коррозионностойких сталей**
- Достижения компании
- Технологии Serimax для наземных трубопроводов, берегового непрерывного монтажа трубопроводов и производства морских работ
- Технические решения для сварки коррозионностойких сталей
 - 13%Cr
 - 22%Cr и 25%Cr
 - Плакированные стали 316L / 825 / 625

Рынки - линии транспортировки кислых сред

■ Марки

- Углеродистая сталь для слабокислых, среднекислых и сильнокислых среды
- "Нержавеющая сталь": 13% Cr / 22% Cr / 25%Cr
- Плакированные материалы:
 - 316L / 825 / 625
 - Наплавка / механическая/металлургическая обработка ...
соэкструзия



Содержание

- Введение – Знакомство с компанией
- Материалы на основе коррозионностойких сталей
- **Достижения компании**
- Технологии Serimax для наземных трубопроводов, берегового непрерывного монтажа трубопроводов и производства морских работ
- Технические решения для сварки коррозионностойких сталей
 - 13%Cr
 - 22%Cr и 25%Cr
 - Плакированные стали 316L / 825 / 625

Смонтировано более 800 км трубопроводов

- Производство работ
 - Растущие с 1987 года рынки
 - Морские проекты с применением нескольких технологий укладки (Slay, J Lay, R Lay)
 - Наземные проекты
- Исследования и разработки, а также проектные работы
 - 2 сварочных поста непрерывно работают уже более 10 лет
 - Выполнение программы НИР
 - Разработка технологии сварки
 - Выбор поставщика труб
- Основные заказчики : BP, Exxon, Woodside, Total, Statoil, Saudi Armco, Shell...

Содержание

- Введение – Знакомство с компанией
- Материалы на основе коррозионностойких сталей
- Достижения компании
- **Технологии Serimax для наземных трубопроводов, берегового непрерывного монтажа трубопроводов и производства морских работ**
- Технические решения для сварки коррозионностойких сталей
 - 13%Cr
 - 22%Cr и 25%Cr
 - Плакированные стали 316L / 825 / 625

Сварка коррозионностойких сталей – необходимые технологии

- Замеры и сортировка труб → Cleverscan
- Подготовка торцов труб → PFM
- Центровка и продув аргона для защиты корня шва → Roxane
- Сварка → Saturnax
- Внутренний контроль корня шва → Scanvision

Зачем сканировать торцы труб?

- Для снижения количества геометрических несоответствий при сварке.

— Качество

- Минимизация смещений для улучшения качества сварного шва
- Соответствие величины смещений с требованиям проекта
- Обеспечение полного отслеживания в реальном времени для обеспечения целостности трубопровода



— Производительность (оптимизация затрат на выполнение проекта)

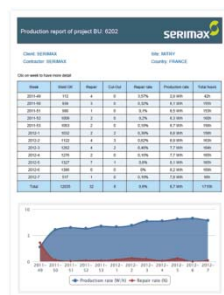
- Сокращение времени центровки
- Сокращение времени на ремонты

Что такое CleverSort?



СБОР ДАННЫХ

Протокол контроля торцов труб



ШАГ 2
ВСТРОЕННОЕ
ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ



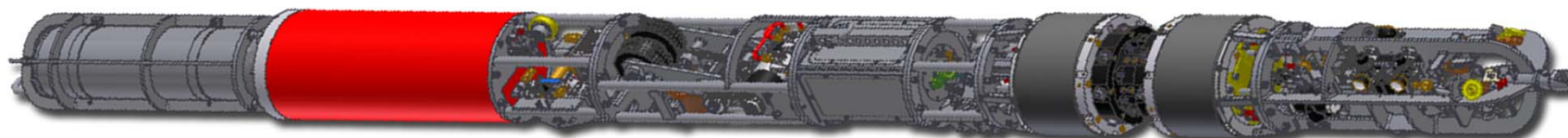
Сборка/
СОРТИРОВКА НА ОБЪЕКТЕ

Протокол по данным
подгонки и сортировки



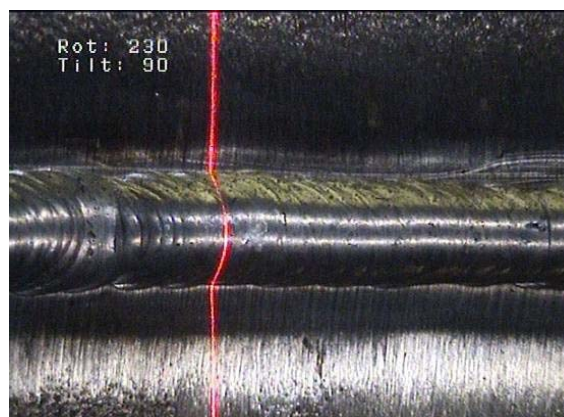
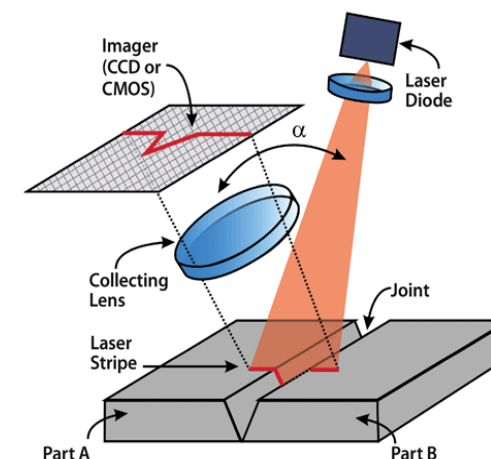
Оборудование для сварки коррозионностойких сталей

- Станок для обработки торцов труб (PFM)
- Внутренний центратор для сварки в контролируемой атмосфере
 - Контроль содержания кислорода и регулирование давления с помощью Roxane®
 - Защита вплотную к стыку благодаря двойной циркуляции аргона (кольцо продувки газа)
 - Автоматический цикл: продув аргона и регулирование



Scanvision 7®

- Камера / контроль с помощью лазера
 - Специально для коррозионностойких сталей
 - Технология проверенная в эксплуатации
 - Сканирование в течение 1–1,5 мин с общим временем цикла 4 мин
 - Внутренний диаметр трубы от 155 мм

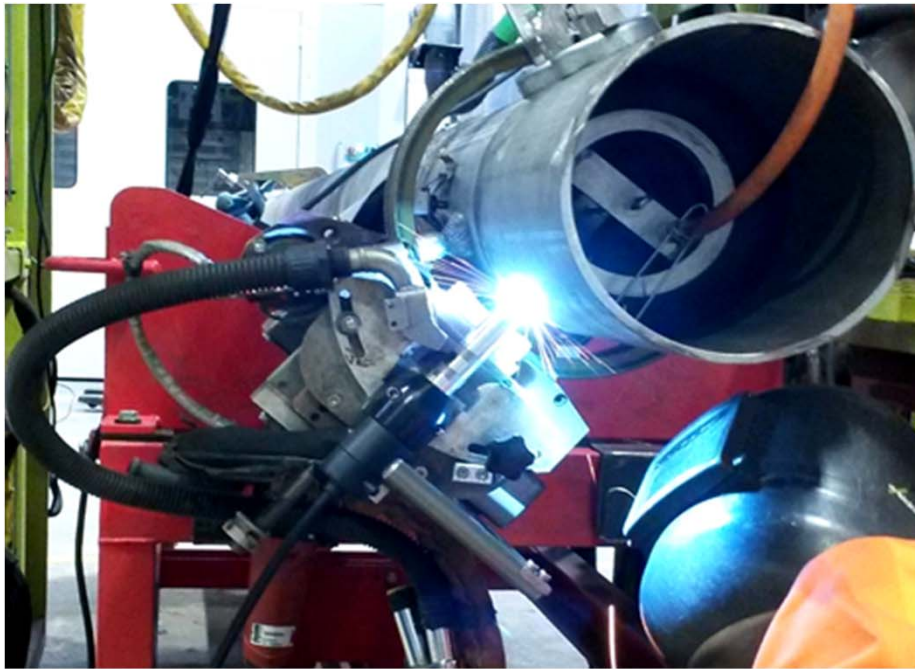


Сварочные системы Serimax

- Работы могут выполняться с помощью:
 - Saturnax 07
 - Saturnax 08
 - Saturnax 09
- Выбор на основании требований проекта и сварочных технологий

	Saturnax 07	Saturnax 08	Saturnax 09
Корневой проход	GMAW	GMAW / STT / PGMAW	GMAW / STT / CMT / PGMAW
Горячий проход, заполняющие и облицовочные слой	GMAW	GMAW / PGMAW	GMAW / PGMAW
Инвертор	XMT-350	XMT-350 Powerwave S500	TPS4000 Powerwave S500

Saturnax 07/08



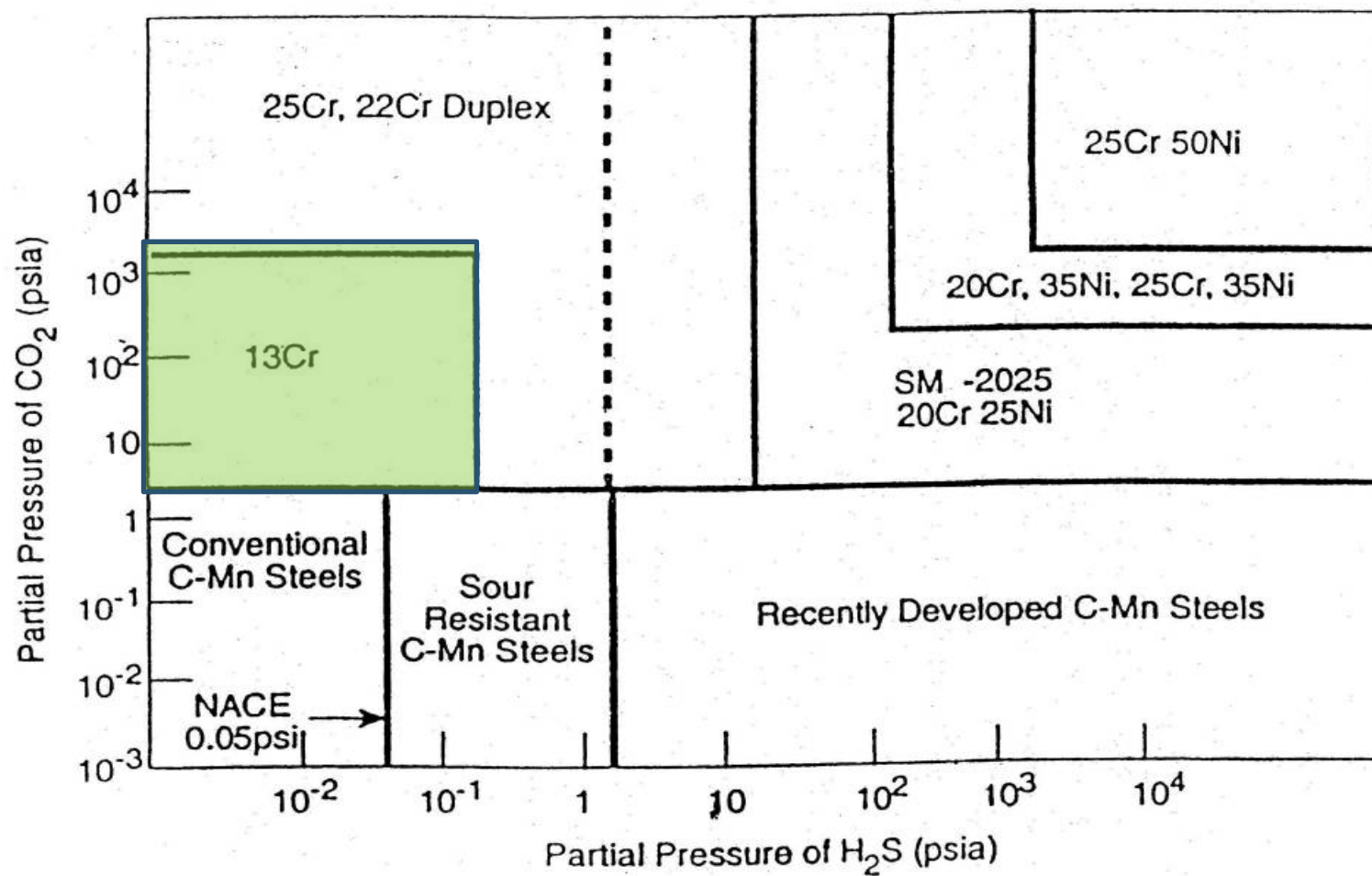
и Saturnax 09



Содержание

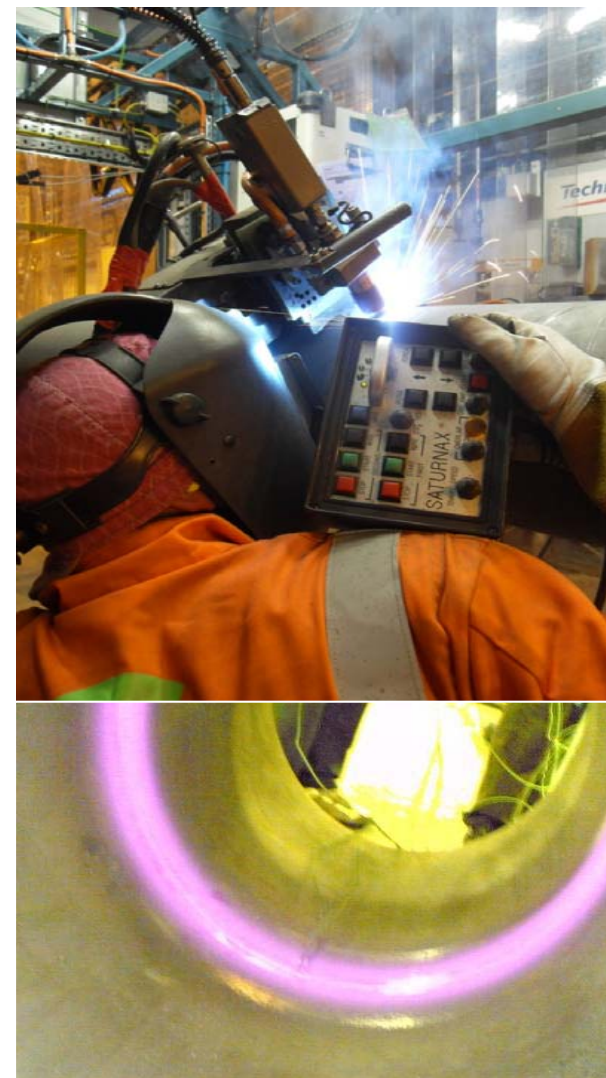
- Введение – Знакомство с компанией
- Материалы на основе коррозионностойких сталей
- Достижения компании
- Технологии Serimax для наземных трубопроводов, берегового непрерывного монтажа трубопроводов и производства морских работ
- **Технические решения для сварки коррозионностойких сталей**
 - **13%Cr**
 - 22%Cr и 25%Cr
 - Плакированные стали 316L / 825 / 625

Сварка 13% Cr



Сварка 13% Cr

- Однородная *сварка*
- Расходные материалы: ER2209 и ER2594
- Ar/He/CO2
- J-образная разделка кромок: угол 10–15° без зазора
- Сборка с помощью внутреннего центриатора с газовой продувкой (смещение не более 1,0 мм)
- Скорость прохода: 18–50 см/мин
- Погонная энергия: 4–12 кДж/см
- Процедура, предоставляемая с услугами термообработки после сварки

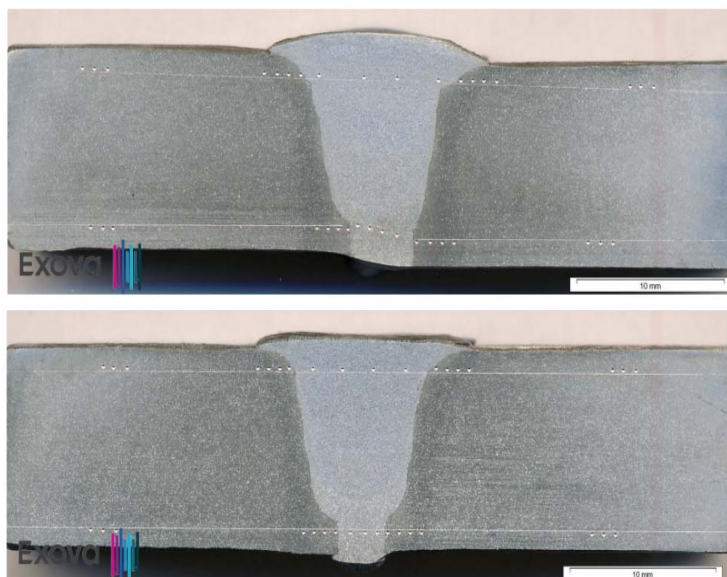


Пример проектов

- Ин-Салах – наземный трубопровод – 13Cr – 16"х12,7 мм
 - Конечный заказчик: BP / Statoil / Sonatrach
 - Выполнено 12 000 сварных швов на трубопроводе 16"х12,7 мм
 - P-GMAW (на подъем) – 3 сварочных станции
 - ER2594 (Zeron 100X)
 - Scanvision ST1, ТОПС, рентгеноскопия
 - 2,5% в вырезку/ремонт, менее 1% для последующих 1500 сварных швов – непрерывное улучшение
 - В среднем ~30–35 швов/8 час

Механические свойства после термической обработки после сварки

- Предел прочности на растяжение: 650–690 МПа
- Ударные испытания (-30°C) > 200 Дж
- Смещение раскрытия вершины трещины (CTOD) > 0,3 мм
- Твердость < 300 Hv10



Tensile Test - DNV						
	Dimensions [mm]	Area [mm ²]	GL [mm]	0.20%PS [N/mm ²]	UTS [N/mm ²]	%E1
001:Cross Weld	6.00	28.27	6.00	663	939	18.0

Tensile Test - ISO 6892						
	Dimensions [mm]	Area [mm ²]	GL [mm]	0.20%PS [N/mm ²]	UTS [N/mm ²]	%E1
002:A11 Weld	5.04	19.95	25.20	656	854	32.5

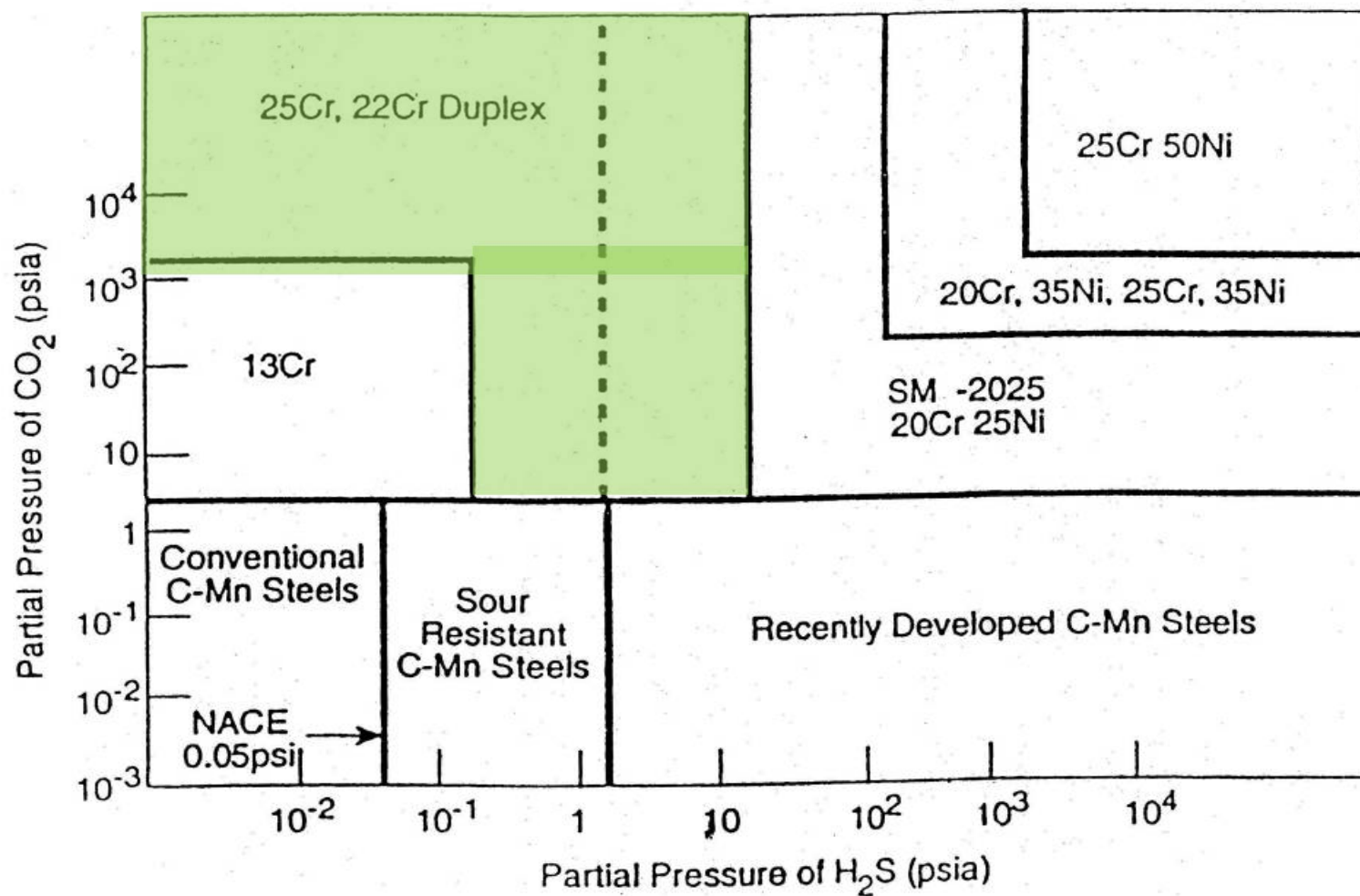
Charpy Test - EN ISO 9016: 2011						
	Position	Dimensions [mm]	Denomination	Test Temp [°C]	Energy Absorbed [Joules]	Average [Joules]
004:Weld	CW	10x10x2V	vwt0/2	-30.0	219, 213, 207	213
005:FL	FL	10x10x2V	vht0/2	-30.0	150, 198, 189	179

CTOD Test - BS 7448-2						
	Location	Geometry	Orientation	Test Temp [°C]	Delta [mm]	Fracture Mode
018:Fusion Line	FL	BxB	SURF	0	0.39	M
019:Fusion Line	FL	BxB	SURF	0	0.34	M
020:Fusion Line	FL	BxB	SURF	0	0.34	M

Содержание

- Введение – Знакомство с компанией
- Материалы на основе коррозионностойких сталей
- Достижения компании
- Технологии Serimax для наземных трубопроводов, берегового непрерывного монтажа трубопроводов и производства морских работ
- **Технические решения для сварки коррозионностойких сталей**
 - 13%Cr
 - **22%Cr и 25%Cr**
 - Плакированные стали 316L / 825 / 625

Сварка 22% Cr и 25%Cr



Коррозионностойкие сплавы – требования по разработке

- **Непрерывные испытания расходных материалов для сварки**
 - Свариваемость и смачиваемость
 - Превосходные характеристики
- **Новые возможности при использовании современных источников питания**
 - Каждый сварочный источник питания проверен специалистами производителя
 - Синергетическое управление сварочным процессом
 - Соответствующая интеграция источника питания (вылет сварочной проволоки , управление погонной энергией ...)
- Чтобы оптимизировать STT Powermax и улучшить однородность перехода, предусматривается **тесное сотрудничество с Lincoln**
 - Новая эксклюзивная форма токовой кривой STT разработана совместно с Lincoln и Serimax
 - Более высокая погонная энергия во избежание несплавлений по боковой стороне при сварке внахлест
 - Новая технология Pulsed Synergy for Hot Pass (горячий проход в импульсном синергетическом режиме), разработанная Serimax

22%Cr и 25%Cr – выбор процесса

- **Общая информация**

- Корневой проход: STT Powermax
- Горячий проход и заполнение : **P-GMAW** с применением новой формы токовой кривой при низком напряжении
- Вертикальный проход вверх под **одной газовой смесью**: CO₂/He/Ar
- **Одиночный электрод ER2509** диаметром 1,0 мм – от корня к облицовке

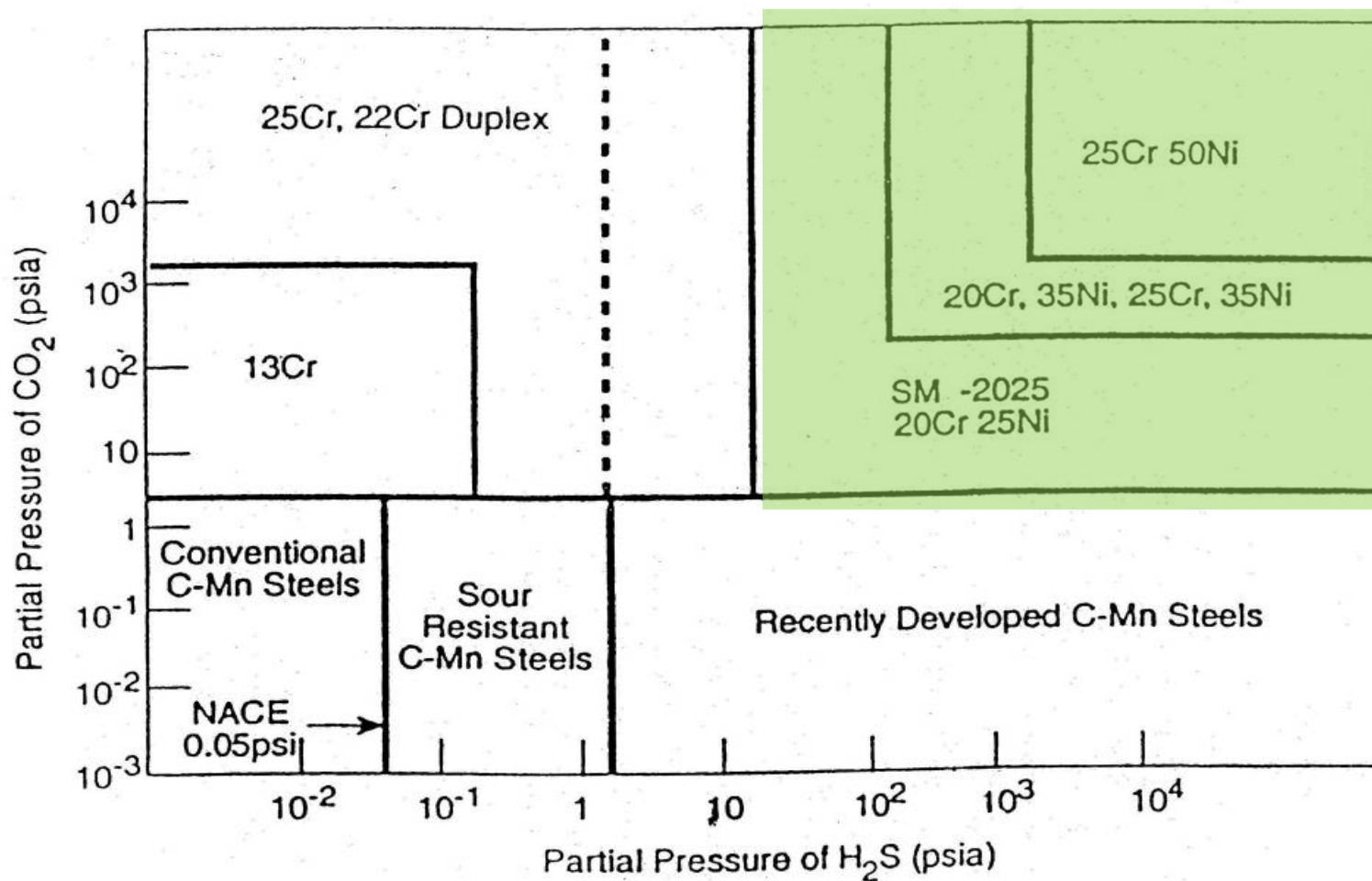
- **Основные результаты**

- Высокие допуски в отношении прожога и непровара
- Отсутствие несплавлений по боковой стороне в области корня, поры << 1,5 мм
- Корневой проход при 20 см/мин с сокращением времени шлифовки (<1 мин) и высоким наплавом (4,5 мм)
- Широкий диапазон операций благодаря большой области допусков (смещения, скосы)

Содержание

- Введение – Знакомство с компанией
- Материалы на основе коррозионностойких сталей
- Достижения компании
- Технологии Serimax для наземных трубопроводов, берегового непрерывного монтажа трубопроводов и производства морских работ
- **Технические решения для сварки коррозионностойких сталей**
 - 13%Cr
 - 22%Cr и 25%Cr
 - **Плакированные стали 316L / 825 / 625**

Сварка плакированного материала и материала на основе Ni

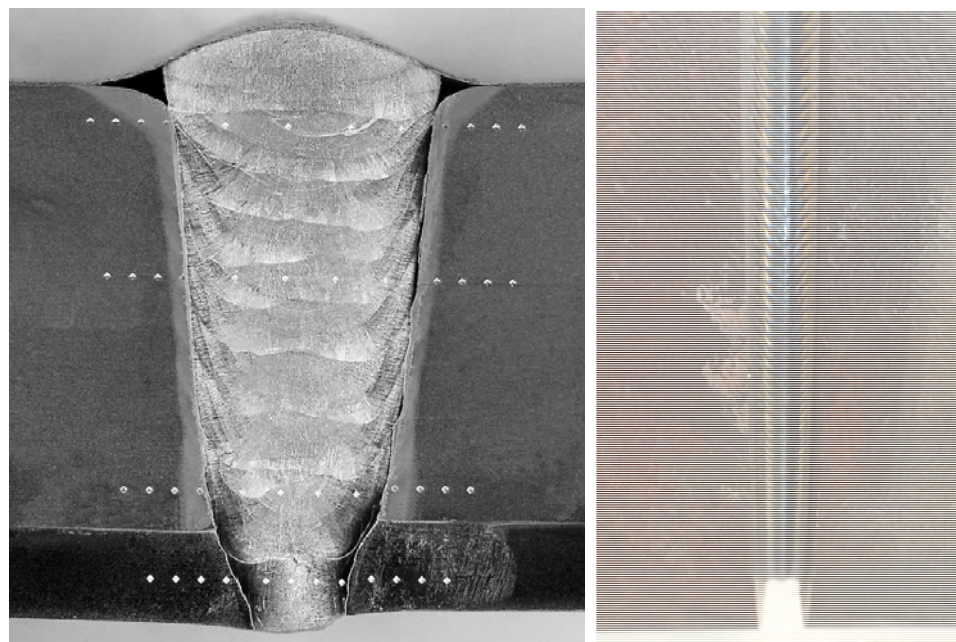


Технология сварки плакированных материалов

КОРНЕВОЙ ПРОХОД	CMT	GMAW	STT
Допуск на внешние дефекты (непровар, раковины, прожоги, пазы)			
Рабочая область допусков (смещения, подгонка, скосы)			
Поры в корне шва <1,0 мм			
Несплавления по боковой стороне: не допускаются (РГД) или согл. критериям DNV (АУЗК)			
Время цикла (скорость прохода и время шлифовки)			
ГОРЯЧИЙ ПРОХОД	GMAW	P-GMAW	Улучшенный P-GMAW
Поры горячего прохода <1,0 мм			
Несплавления по боковой стороне: не допускаются (РГД) или согл. критериям DNV (АУЗК)			
Время цикла (скорость прохода и время шлифовки)			

Плакированные материалы – результаты сварки

- Сварка выполнялась электродами Inconel 625
- Под газовой смесью Ar He CO₂
- Сварка снизу вверх или на спуск



Плакированные материалы – результаты сварки

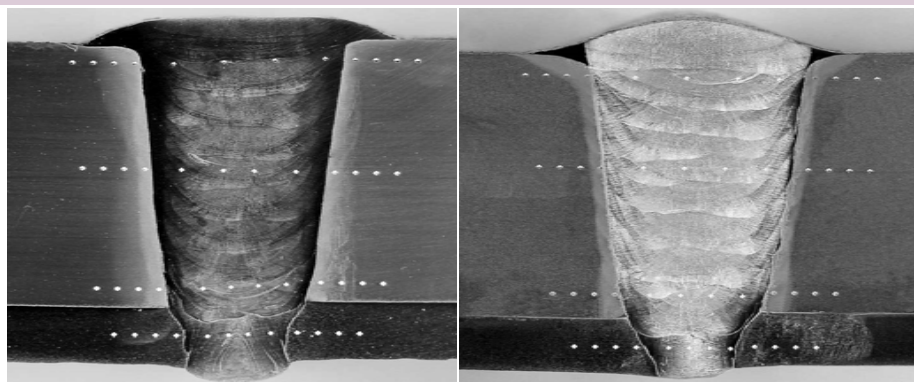
- Постоянный профиль по всему периметру
- После заполняющего прохода 1: 9,5 мм наплава и 8,5 мм со смещением 1,0 мм
- Сокращение времени шлифовки на 20%
- Высокий уровень качества, подтвержденный по всей толщине и частично ультразвуковыми испытаниями (АУЗК)



Плакированные трубы – разрушающий контроль

	РА023 заполнение на спуск	РА026 заполнение на подъем
TAWT (x2)	576 МПа	552 МПа
AWMT (x2)	536 МПа	541 МПа
CVN WM при -30°C	161 Дж средн.	152 Дж средн.
CVN FL при -30°C (x2)	148 Дж средн.	158 Дж средн.
CVN FL+2 при -30°C	325 Дж средн.	309 Дж средн.
CTOD WM при -20°C	1,01 мм средн.	0,85 мм средн.
CTOD FL при -20°C	0,65 мм средн.	1,15 мм средн.

- Макс. твердость
 - Сварочный материал (WM): 291 Hv10
 - Зона термического влияния (ЗТВ) : нержавейка 270 Hv10 (LS)
 - Зона термического влияния (ЗТВ) C-Mn: 251 Hv10



Заключение

- Сварка коррозионностойких материалов остается проблемной; это является ключевым фактором для привлечения субподрядчика по сварочным работам на предпроектной стадии.
- Serimax предлагает свои услуги с использованием собственных технологий с последующей реализацией проекта.
 - CLEVERSCAN
 - ROXANE
 - SCANVISION
 - SATURNAX
- Сотрудничество с местными и зарубежными подрядчиками
 - Проектирование сварочных работ и квалификация технологий
 - Техническая помощь и техническое обслуживание на объекте
 - Предоставление и/или обучение сварщиков

Спасибо