

Отраслевые эксперты компании voestalpine Böhler Welding хорошо знакомы со спецификой технологий и задач сварки в различных отраслях. Наши специалисты имеют огромный опыт, накопленный в процессе работы над проектами, и охотно проконсультируют заказчиков по решению задач сварки.

Просим обращаться к менеджеру по отраслевым сегментам глобального рынка:

T. +49 (0) 2381 271 441
F. +49 (0) 2381 271 479
E. welding.downstream@voestalpine.com
www.voestalpine.com/welding

voestalpine Böhler Welding

Ноу-хау Böhler Welding сваривает сталь

Клиенты из более 120 стран пользуются экспертизой voestalpine Böhler Welding (ранее Böhler Welding Group). Специализируясь на производстве присадочных материалов, voestalpine Böhler Welding предлагает техническую консультацию и индивидуальные решения в области промышленной сварки и пайки. Близость к клиенту обеспечивается сетью из 40 филиалов в 28 странах, 2 200 сотрудников и более 1 000 партнеров-дистрибьюторов по всему миру.



Böhler Welding – Обладает уникальным во всем мире ассортиментом, насчитывающим более 2 000 наименований продуктов для соединительной сварки в рамках всех известных процессов дуговой сварки. Философия бренда – долговечные соединения, и долгосрочное партнерство.



UTP Maintenance – Мы обобщили многолетний опыт работы в промышленности и ноу-хау в области ремонтно-восстановительной сварки и для защиты поверхностей. Сочетание новаторства с индивидуальным подходом к выбору продукта гарантирует нашим клиентам увеличение производительности и надежную защиту оборудования.



Fontargen Brazing – Как бренд, основанный на глубоком понимании технологических процессов и областей применения, Fontargen Brazing включает самые лучшие решения в области пайки, разработанные на основе зарекомендовавших себя изделий, выполненных по немецким технологиям. Опыт специалистов, работающих в рамках этого бренда, накоплен за многие годы решения бесчисленного количества реальных задач.

Передано компанией:

Global Industry Segment Management
Oil & Gas Downstream

T. +49 (0) 2381 271 441
F. +49 (0) 2381 271 479
E. welding.downstream@voestalpine.com

voestalpine Bohler Welding Russia LLC
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.

voestalpine Bohler Welding Russia LLC, 08/2014, RUS



Сварочные материалы для
нефтегазоперерабатывающей
промышленности

voestalpine Bohler Welding Russia LLC
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.



Три сферы деятельности – три бренда

Мы стремимся обеспечивать нашим клиентам высочайшее качество обслуживания и ориентируемся в своих опытно-конструкторских разработках на конкретные цели. Таким образом, мы выстроили свою работу по трем основным направлениям: соединительная сварка, ремонтно-восстановительная сварка, пайка и пайка твердым припоем. Это позволяет нам предлагать клиентам самый обширный ассортимент продукции под следующими брендами:

- Böhler Welding
- UTP Maintenance
- Fontargen Brazing

Сварочные решения для технологически сложных отраслей промышленности

Мы специализируемся на отраслях промышленности с высокими технологическими стандартами и предлагаем продукцию, четко подогнанную под их

специфические потребности. При разработке и совершенствовании присадочных материалов мы тесно сотрудничаем с клиентами, производителями и научно-исследовательскими институтами.

Независимо от того, ищете ли Вы решения для технологически непростой задачи или для стандартного применения, мы предложим Вам присадочные материалы высочайшего качества, идеально подходящие для любого целевого использования в следующих отраслях:

- Нефтегазовая промышленность
- Трубопроводы
- Химическая промышленность
- Выработка энергии
- Транспортные перевозки и автомобильная промышленность
- Ремонтно-восстановительные работы
- Промышленная пайка твердым припоем

Опыт профессионалов – для профессиональных решений

Нефти и газу суждено сохранить прочные позиции на глобальном рынке энергоносителей завтрашнего дня. Вместе с тем, появление новых и нетрадиционных источников нефти и газа принесет много существенных изменений в картину добычи и переработки углеводородов. К нефтегазодобыче относятся разведка запасов нефти и природного газа, их извлечение и отпуск в виде товарного продукта. Этот сектор также именуется разведкой и добычей; он включает в себя изыскания потенциальных подземных

или морских месторождений нефти и газа, бурение разведочных скважин и последующее бурение и эксплуатацию скважин, через которые сырая нефть или сырой природный газ извлекаются на поверхность. Нефтегазопереработка – отрасль, занимающаяся выделением чистых фракций из нефти и газа, добываемых как из обычных, так и из нетрадиционных источников, и их последующей переработкой. Этот сегмент также называется переработкой углеводородов и включает в себя нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), установки очистки природного газа, заводы по выделению и синтезу олефинов, ароматических углеводородов и метилового спирта.



Компания voestalpine Böhler Welding предлагает на глобальном рынке решения на основе высококачественных сварочных расходных материалов для безопасной, эффективной и экономичной эксплуатации оборудования на объектах и установках нефтегазодобычи, первичной и глубокой переработки углеводородов. Наша продукция, заслужившая признание во всем мире, поставляется обширной региональной сетью производственных предприятий при поддержке проектно-исследовательских, коммерческих и сервисных подразделений.

Нефтегазопереработка – На грани возможностей стали

Потребность в энергоносителях растет во всем мире. Качество углеводородного сырья (сырой нефти и природного газа), добываемого в различных местах, существенно различается, а сверхтяжелая нефть сегодня играет гораздо более важную роль, чем прежде. За последние годы широко разведаны и стали объектами пристального внимания нетрадиционные источники нефти и газа – нефтеносные пески и сланцы. Еще одной современной тенденцией является ужесточение экологических нормативов в отношении топлив и нефтехимической продукции.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

ЗАДАЧИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

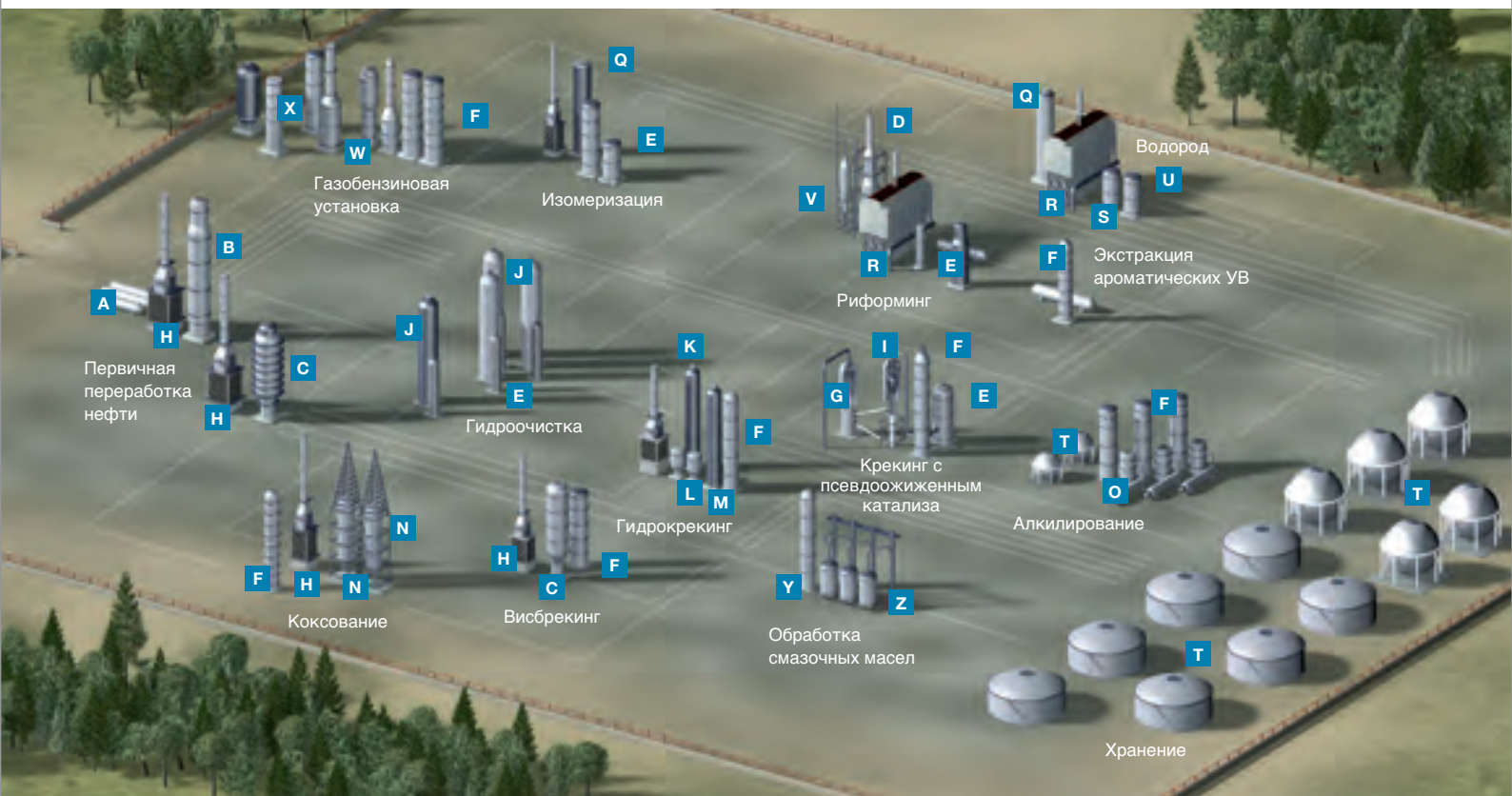


Эти факторы складываются в сложную задачу для крупнейших компаний отрасли – выпускать высококачественную продукцию, в особенности из сверхтяжелой нефти, не жертвуя здоровой нормой прибыли. Как показывает приведенный анализ основных перспективных тенденций, главная задача, связанная с постановкой четких целей и выработкой решений, будет состоять в обеспечении прочности технологических узлов в условиях самых разнообразных механизмов разрушения. Новые механизмы разрушения возникают как в связи с нетрадиционным сырьем, так и из-за более сложных условий эксплуатации. В последние годы предприятия черной металлургии освоили выпуск улучшенных марок стали, устойчивых к таким условиям эксплуатации. Необходимо учитывать, что сварка и плакирование таких конструкций должны выполняться методом наплавки – именно здесь заказчики сталкиваются с основными сложностями технологии сварки. Показателен пример специальных хромомолибденовых сталей, легированных ванадием, для которых требуются специальные навыки сварки.

Легко недооценить значение расходных материалов для сварки в этой отрасли, однако специалисты по нефтегазопереработке практически единогласно утверждают, что технологии сварки являются решающими факторами в конструировании оптимизированных технологических реакторов и печей. Требования к расходным материалам в сегменте нефтепереработки в целом считаются более строгими, чем стандартные требования к тем же видам в других областях. Далее мы кратко рассмотрим наиболее важные механизмы разрушения в каждой из трех основных технологических установок. Будет уделено внимание и двум самым задачам: изготовлению реакторов для гидроочистки (стр. 8) и печей реформирования / крекинга (стр. 13).

Нефтеперерабатывающие заводы

Молекулы углеводородов характеризуются разнообразными размерами и формами, зависящими в первую очередь от качества сырой нефти. Для увеличения полезного выхода топлива и повышения чистоты на нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ) применяются пять различных видов установок.



- Фракционирование молекул углеводородов по величине осуществляется на установке первичной переработки нефти.
- Расщепление крупных молекул на молекулы меньшего размера выполняется установкой крекинга с псевдоожиженным катализатором или установкой гидрокрекинга.
- Для объединения небольших молекул углеводородов в более крупные служат, в частности, установки алкилирования.
- Изменение формы молекул может выполняться на установках каталитического риформинга.
- Также необходимы установки гидроочистки. Они удаляют серу, ароматические углеводороды, азот, кислород и металлы, улучшая качество горения, плотность и полноту сгорания топлива.

В зависимости от технологического процесса, сырья и условий эксплуатации, технологический цикл НПЗ, целостность оборудования и безопасность предприятия определяются влиянием различных механизмов разрушения. Многие из них могут прямо или косвенно быть связаны с качеством расходных материалов для сварки и условиями сварки. Основные виды таких механизмов перечислены далее. Выбор основного металла для ответственного технологического оборудования НПЗ, например, для наплавки, ограничен. Некоторые из вариантов перечислены в таблице А непосредственно в контексте производимых продуктов.

Установка	Механизмы разрушения
Установки первичной переработки	Сульфидация
	Разрушение сероводородной кислотой (вздутие, водородная хрупкость, водородная хрупкость в плоскости напряжений, коррозионное растрескивание под напряжением)
	Ползучесть/разрыв под напряжением
	Коррозия полиитионными кислотами под напряжением
	Коррозия нафтеновыми кислотами
	Коррозия хлоридом аммония
	Коррозия HCl
Газобензиновые установки	Щелочная коррозия / хрупкость
	Сульфидация
	Разрушение сероводородной кислотой (вздутие, водородная хрупкость, водородная хрупкость в плоскости напряжений, коррозионное растрескивание под напряжением)
	Коррозия гидросульфидом аммония
	Коррозионное растрескивание под напряжением в результате действия хлоридов
	Коррозия в точке росы топочного газа
	Аминная коррозия / хрупкость
Установки изомеризации	Гидроенизация титана
	Сернокислотная коррозия
	Высокотемпературная водородная атака
	Коррозия HCl
	Щелочная коррозия / хрупкость

Таблица В. Механизмы разрушения.

Компоненты	Сплавы соединяемых деталей														Наплавляемый металл																	
	C-Mn	C-½ Mo	1 ¼ Cr ½ Mo	2 ¼ Cr 1 Mo	2 ¼ Cr 1 Mo ¼ V	5 Cr ½ Mo	9 Cr 1 Mo	S.S 304H	S.S 310	Alloy 800 / 800H	Alloy HP / HP Nb	S.S 347	Alloy 600	Alloy 625	Alloy 825	Alloy 617	1% Ni	2.5% Ni	3% Ni	S.S 410S	S.S 308L	S.S 308H	S.S 316L	S.S 317L	S.S 347	Alloy 254 SMO	Alloy 276	Alloy 825	Alloy 625	Alloy 400	Alloy 200	
A	Обессоливатель	•																			•						•		•			
B	Атмосферная колонна	•																			•			•	•							
C	Вакуумная колонна	•																														
D	Установка для риформинга бензиолигоиновых фракций			•																												
E	Теплообменник подачи/отходящего продукта	•	•	•	•	•																•		•		•				•	•	
F	Ректификационная колонна	•		•																		•	•								•	•
G	Регенератор крекинга с псевдоожиженным катализатором	•	•																			•		•								
H	Огневой нагреватель							•	•																							
I	Реактор крекинга с псевдоожиженным катализатором				•	•															•											
J	Реактор гидрообессеривания	•			•	•																				•						
K	Реактор гидрокрекинга				•	•																				•						
L	Горячий сепаратор				•																					•						
M	Холодный сепаратор	•																						•								
N	Коксовый барабан			•																		•								•		
O	Реактор алкилирования	•																												•	•	
P	Донагреватель, трубопроводы печи					•	•	•	•		•																		•	•	•	•
Q	Реактор гидрогенизации			•	•																					•						
R	Установка парового риформинга									•	•																					
S	Низкотемпературный конвертер CO – CO ₂	•																														
T	Емкости хранения	•															•	•	•													
U	Высокотемпературный конвертер CO – CO ₂			•																												
V	Каталитический регенератор непрерывного действия		•							•	•																					
W	Трубопроводы обессеривания												•	•	•																	
X	Устройство очистки подкисленной воды	•																											•			
Y	Экстракционная колонна	•																				•		•	•							
Z	Испаритель	•						•	•																							

Таблица А. Выбор сплавов для основных узлов НПЗ.

Установка	Механизмы разрушения	Установка	Механизмы разрушения	Установка	Механизмы разрушения
Установки замедленного коксования	Сульфидация	Установки каталитического риформинга	Высокотемпературная водородная атака	Печи вибрирования	Сульфидация
	Разрушение сероводородной кислотой (вздутие, водородная хрупкость, водородная хрупкость в плоскости напряжений, коррозионное растрескивание под напряжением)		Коррозия HCl		Разрушение сероводородной кислотой (вздутие, водородная хрупкость, водородная хрупкость в плоскости напряжений, коррозионное растрескивание под напряжением)
	Ползучесть/разрыв под напряжением		Ползучесть/разрыв под напряжением		Коррозия полиитионными кислотами
	Коррозия нафтеновыми кислотами		Отпусная хрупкость		Коррозия нафтеновыми кислотами
	АКоррозия хлоридом аммония		Карбюризация		Аммиак
	Коррозия гидросульфидом аммония		Водородная хрупкость		Коррозия хлоридом аммония
	Тепловая усталость		Коррозионное разрушение под напряжением от аммиака		Коррозия гидросульфидом аммония
	Карбюризация		Механическая усталость		Карбюризация
	Распад сплавов		Металлическое пылеобразование		Коррозионное растрескивание под напряжением в результате действия хлоридов
	Карбонатное коррозионное разрушение под напряжением		Установки алкилирования смазочных масел		Ползучесть/разрыв под напряжением
Установки гидроочистки и гидрокрекинга	Сульфидация	Алкилирование	Щелочная коррозия / хрупкость	Каталитические конвертеры с жидкой средой	Коррозия подкисленной водой
	Разрушение сероводородной кислотой (вздутие, водородная хрупкость, водородная хрупкость в плоскости напряжений, коррозионное растрескивание под напряжением)		Коррозия плавиковой кислотой		Сульфидация
	Воздействие водорода при высоких температурах		Эрозия и эрозсионная коррозия		Разрушение сероводородной кислотой (вздутие, водородная хрупкость, водородная хрупкость в плоскости напряжений, коррозионное растрескивание под напряжением)
	Высокотемпературная коррозия H ₂ /H ₂ S		Коррозионное растрескивание под нагрузкой от плавиковой кислоты		Ползучесть/разрыв под напряжением
	Коррозия полиитионными кислотами под напряжением		Электрохимическая коррозия		Коррозия полиитионными кислотами под напряжением
	Коррозия нафтеновыми кислотами		Растрескивание сварных швов разнородных металлов		Коррозия нафтеновыми кислотами
	Ползучесть/разрыв под напряжением		Установки водородная установка		Коррозия хлоридом аммония
	Отпусная хрупкость		Высокая температурная водородная атака		Тепловая усталость
	Коррозия хлоридом аммония		Тепловая усталость		Графитизация
	Коррозия гидросульфидом аммония		Отпусная хрупкость		Отпусная хрупкость
Аминная коррозия / хрупкость	Карбонатное коррозионное разрушение под напряжением	Обезуглероживание			
Водородная хрупкость	Аминная коррозия / хрупкость	Карбюризация			
Коррозионное растрескивание под нагрузкой от действия хлоридов	Коррозионное растрескивание под напряжением в результате действия хлоридов	Растрескивание от циклического нагрева			
Хрупкое разрушение	Термический удар				
Растрескивание от циклического нагрева	Растрескивание от циклического нагрева				
	Коррозия под действием CO ₂				
	Металлическое пылеобразование				

Реакторы гидроочистки

Повышение чистоты производимых топлив до уровня современных стандартов требует оснащения НПЗ установками гидроочистки для уменьшения содержания серы, ароматических углеводородов, азота, кислорода и металлов, повышения качества и чистоты сгорания легкого дистиллята, дизельного топлива и керосина.

В качестве таких установок применяются реакторы гидроочистки / гидродесульфации (HDS). При этом для повышения нормы выхода полезной продукции необходимо оснащать НПЗ конверсионными установками для крекинга вакуумного и атмосферного газойля (VGO/AGO), а также газа из установок коксования и висбрекинга. Этот метод позволяет организовать на НПЗ переработку остаточного нефтепродукта («донных» фракций). Например, гидрокрекинг представляет собой каталитический процесс, поддерживаемый присутствием водорода. В этом случае реакторы гидрокрекинга становятся критическим оборудованием.

Общим элементом подобных реакторов гидроочистки является применение усовершенствованного сплава 2,25Cr-1Mo-0,25V, имеющего многочисленные достоинства по сравнению с обычными марками, включая большую прочность на растяжение при повышенных температурах. За счет этого становится возможным внедрение облегченных (с сокращением веса приблизительно на 25%) реакторов с более тонкими стенками. Кроме того, такие реакторы менее подвержены некоторым механизмам разрушения, например отпускной хрупкости и высокотемпературному воздействию водорода. Немаловажна и повышенная их устойчивость к отрыву наплавленного металла под действием горячего водорода.

Несмотря на все эти преимущества, сварка этих реакторов в конечном итоге осложняется чувствительностью материалов ко многим факторам, следствиями которых являются, например, растрескивание сварных соединений и растрескивание при циклическом нагреве. Кроме того, требуются иные методики промежуточной и конечной термообработки сварных соединений, а также неразрушающего контроля, точность которых намного выше, чем у применяемых для обычных марок стали 2,25Cr-1Mo. Пример – ультразвуковой дифракционно-временной метод контроля (TOFD).

Опишем вкратце процесс сварки реактора для гидрообработки.

A Изготовление оболочки реактора

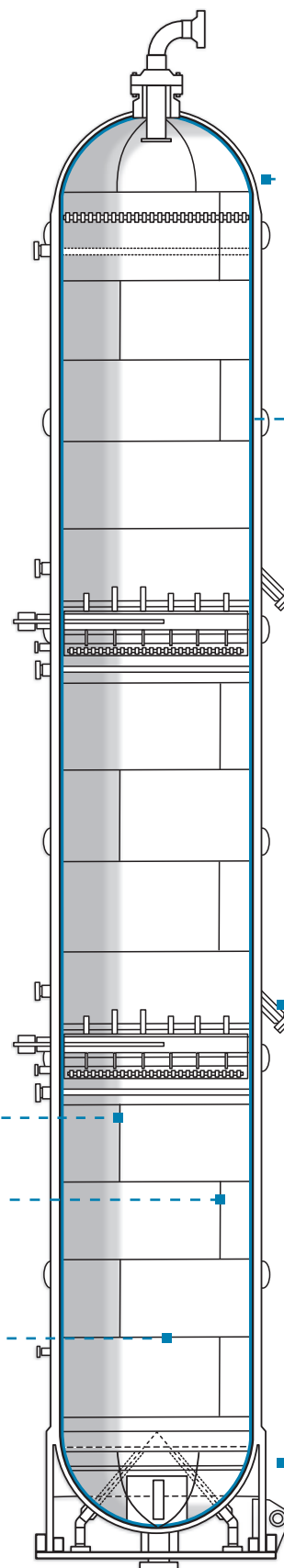
В зависимости от конструктивных требований и толщины стенок, оболочка реактора может изготавливаться из листового материала или штампованных колец. Листовой материал раскатывается и сваривается продольно в цилиндр. Возможна также комбинированная конструкция из листовых и штампованных колец, например, участок охлаждения и опорная юбка выполняются из штампованного материала, а остальная часть оболочки – из листового. Наиболее предпочтительной технологией является дуговая сварка под флюсом в узкую разделку, выполняемая tandemной или одной дугой. Используя предлагаемое нами сочетание проволоки и флюса при соответствующих параметрах сварки, возможно предельно сократить размер зазора, существенно снизив расход присадочных материалов и продолжительность сварки. Снижается также расход присадочного материала при TIG-сварке и сварке штучным электродом.

Продольные швы: ASME SA542 Gr. D CL 4a. ASME SA832 Gr. 22V

Кольцевые швы:

Штампованные кольца: ASME SA336 Gr. F22V

Кольца из листового стали: ASME SA832 Gr. 22V или ASME SA542 Gr. D, CL 4a



В Приварка штуцеров

Штуцеры для трубопроводов и КИПиА, а также лючки являются ответственными участками – это единственные отверстия в реакторе, которые должны выдерживать условия среды внутри реактора. Обычная технология предполагает использование приварки штуцеров ручной дуговой сваркой, но опытные производители в настоящее время используют одну дуговую сварку под флюсом. В условиях вероятной концентрации нагрузок в шве особую важность приобретает промежуточное снятие напряжения.

С Сварка оболочки с днищем и днища с опорой

Днища резервуаров привариваются либо целиком, либо по частям. Также местная сборка стыка, поскольку стенки днища тоньше, чем стенки оболочки. В случае штампованных профилей возможно изготовление днища с опорой в виде цельной штампованной детали.

Д Наплавка

ТВ качестве наплавляемого материала в реакторах данного типа применяется нержавеющая сталь марки 347SS. В зависимости от доступности и площади наплавляемого участка выбираются различные технологические процессы.

Внутри реактора: Ленточная наплавка дуговая под флюсом и электрошлаковая: двухслойная, однослойная, высокоскоростная.

Для штуцеров, соединительной арматуры, при ремонте с внутренней стороны: дуговая сварка порошковой проволокой, дуговая сварка покрытым электродом, дуговая сварка неплавящимся электродом в среде защитных газов.

Восстановительная наплавка внутренних несущих конструкций: дуговая сварка покрытым электродом, газовая сварка вольфрамовым электродом. Дуговая сварка порошковой проволокой CrMo-22V / 347. При восстановительной наплавке Cr-Mo 22V важную роль играет промежуточная термообработка для снятия напряжений.

Е Термообработка

Дегидрирование – термообработка при 350°C в течение 4 часов для удаления остаточного водорода из сварного шва с целью снижения склонности к холодным трещинам. Промежуточное снятие напряжения – в особенности необходимо для швов с высокой концентрацией нагрузок, например при приварке штуцеров. Рекомендуется производить снятие напряжения при температуре 650–670°C в течение 4 часов, для полного снятия остаточных напряжений в сварном соединении. Термообработка после сварки – по сравнению с обычными марками стали, термообработка CrMo-22V должна выполняться с очень строгими допусками. Рекомендуемые условия – 705°C, 8 часов. Максимальный режим термообработки – по ходу изготовления могут применяться несколько циклов термообработки, включая дегидрирование, промежуточное снятие напряжения, и конечную термообработку. Иногда в процессе изготовления выполняется ремонт. На случай необходимости ремонтов на смонтированном оборудовании в расчеты закладывается дополнительный цикл. Необходимо моделировать максимальный эффект, равный сумме эффектов вышеупомянутых циклов термообработки. Для этого, а также для определения единых условий термообработки, охватывающих все циклы, необходимо рассчитать параметр Холломоно-Яффе (HP) всех циклов термообработки, от которого можно обратным путем прийти к температуре термообработки любого отдельно взятого цикла.

$$HP = (273^\circ\text{C} + T) \times (20 + \log_{10}(t/60)) \cdot 10^{-3}$$

$$T = 103 \cdot HP / (20 + \log_{10}(t/60)) - 273^\circ\text{C}$$

$$t = 60 \times 10^{(1000 \cdot HP / (273^\circ\text{C} + T) - 20)}$$

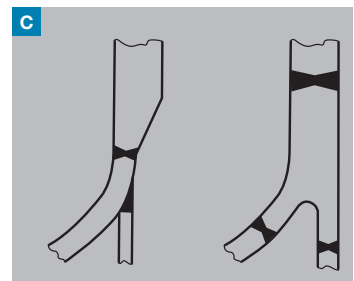
Ступенчатое охлаждение: выполняется для моделирования ускоренного охрупчивания с целью оценки потенциальной отпускной хрупкости.

Ф Горячие трещины повторного нагрева и примеси

С момента начала применения данного материала отрасль столкнулась с рядом сложностей, вызванных растрескиванием при циклическом нагреве после термообработки. Совладать с проблемой растрескивания удается за счет точного контроля примесей (типичные значения коэффициентов: $x=8$, $k=0,7$).

Г Стандартные нормативы и рекомендуемая практика

ASME BPVC (раздел VIII, подраздел 2), API RP 934A, API RP582, ASTM G146-01



Переработка газа



Добываемый из недр природный газ изначально непригоден для использования в качестве топлива или технологического сырья. Ему предстоит пройти очистку на предприятии по переработке газа. Независимо от того, обслуживает ли такое предприятие нужды конкретного месторождения газа или действует в составе НПЗ для переработки нефтяных газов, оно в общем случае включает в себя следующие узлы.

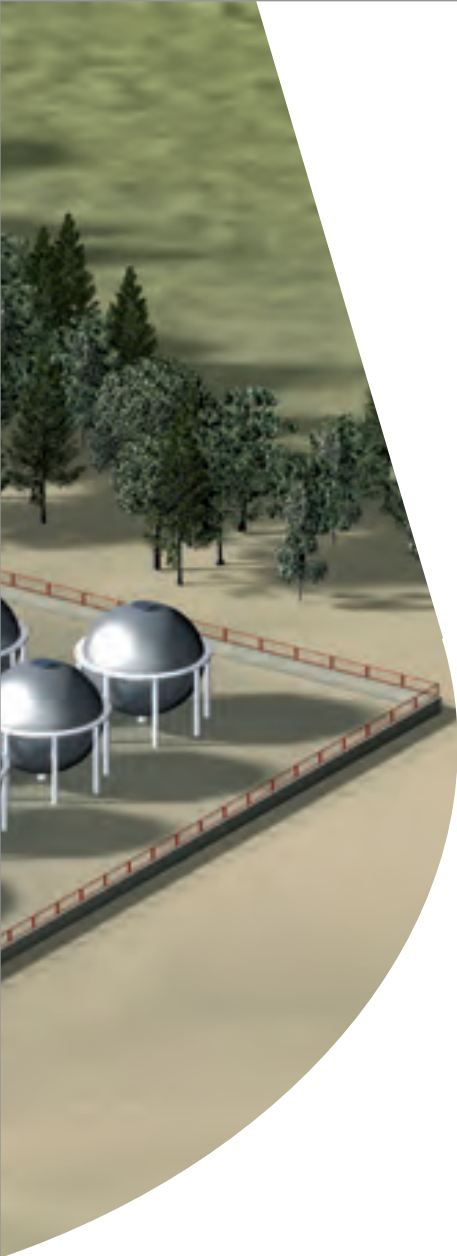
Входная обработка: отделение природного газа от воды и примесей. В состав соответствующего оборудования может также входить коллектор/барaban конденсатоотделителя.

Предварительная обработка: удаление серы, H_2O , Hg и CO_2 из природного газа.

Фракционирование: разделение различных газообразных и жидких углеводородов природного газа.

За последние десять лет расстановка сил на мировом газовом рынке существенно изменилась. Так называемый нетрадиционный газ – как по качеству (с высоким и сверхвысоким содержанием серы), так и по происхождению (сланцевый, каменноугольный газ) – начал играть важную роль. Как следствие, возникает потребность в различных твердых или наплавляемых коррозионностойких сплавах для разнообразных отделителей и ректификационных колонн. Примерами такого оборудования являются нагнетательные линии, входные газоотделители и коллекторы/барабаны конденсатоотделителей, в качестве наплавляемых материалов для которых, в зависимости от серосодержания газа, применяется нержавеющая сталь 316L и сплавы 825 и 625.

Выбор основного металла также различен и зависит от рабочего давления и температуры на участке работ. В зависимости от условий эксплуатации, может применяться углеродистая сталь и низколегированные/хромомолибденовые сплавы.



В таблице D перечислены некоторые из важнейших технологических узлов газоперерабатывающих установок. Наиболее существенные механизмы разрушения для типичных газоперерабатывающих установок перечислены в таблице C. Некоторые из них возможно свести к минимуму путем выбора высококачественного основного металла и расходных материалов для сварки.

Установка	Механизмы разрушения
Оборудование входных участков	Действие сероводородной кислоты – вздутие
	Действие сероводородной кислоты – водородная хрупкость
	Действие сероводородной кислоты – водородная хрупкость в плоскости напряжений
	Действие сероводородной кислоты – коррозионное растрескивание под напряжением
	Закупоривание
Предварительная обработка	Аминная коррозия
	Сульфидация
	Разрушение сероводородной кислотой (вздутие, водородная хрупкость, водородная хрупкость в плоскости напряжений, коррозионное растрескивание под напряжением)
	Гидросульфид аммония
	Коррозионное растрескивание под напряжением от действия щелочей
	Эрозия и эрозийная коррозия
	Аминная хрупкость
	Аминная коррозия
	Коррозия под действием CO ₂
	Коррозионное растрескивание под нагрузкой от действия хлоридов
	Гидрогенизация титана
	Серная кислота
Коррозия при воздействии ртути	
Коррозия в точке росы топочного газа	

Таблица C. Механизмы разрушения.

Компоненты	Сплавы соединяемых деталей								Наплавляемый металл								
	C-Mn	1 ¼ Cr ½ Mo	2¼ Cr 1Mo	S.S 316L	Alloy 625	1% Ni	2.5% Ni	3% Ni	Alloy 22	S.S 308L	S.S 316L	S.S 317L	Alloy 254 SMO	Alloy 276	Alloy 825	Alloy 625	Alloy 22
A Нагнетательные трубы высокосернистого газа			•														
B Барабан нефтеконденсатоотделителя	•									•			•			•	
C Коллектор нефтеконденсатоотделителя	•									•			•			•	
D Входной газоотделитель	•									•			•		•	•	
E Устройство очистки подкисленной воды	•																
F Дегидратор	•																
G Регенератор аминов	•									•						•	
H Деметанатор	•			•						•						•	
I Дезтанатор	•			•						•							
J Депропанатор	•																
K Дебутанатор	•																
L Газофракционная установка	•									•							
M Линия обессеривания	•			•	•											•	•
N Емкости хранения	•					•	•	•									
O Установка обессеривания топочных газов									•								•

Таблица D. Выбор сплавов для основных узлов газоперерабатывающих установок.

Олефины и ароматические углеводороды

Олефины (например, этилен и пропилен) и ароматические углеводороды (бензол, толуол, и ксилол) относятся к основным продуктам нефтехимической промышленности. Бензинолигроиновые фракции с НПЗ поступают в печь крекинга, где подвергаются крекингу при 1 150°C. Углеводородные продукты крекинга переходят в колонны охлаждения нефтепродуктами или водой. Отсюда газы направляются на сжатие и сжижаются при различных температурах до -150°C.

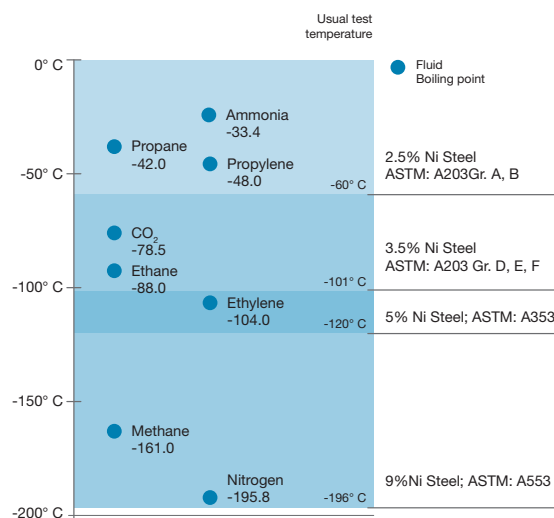
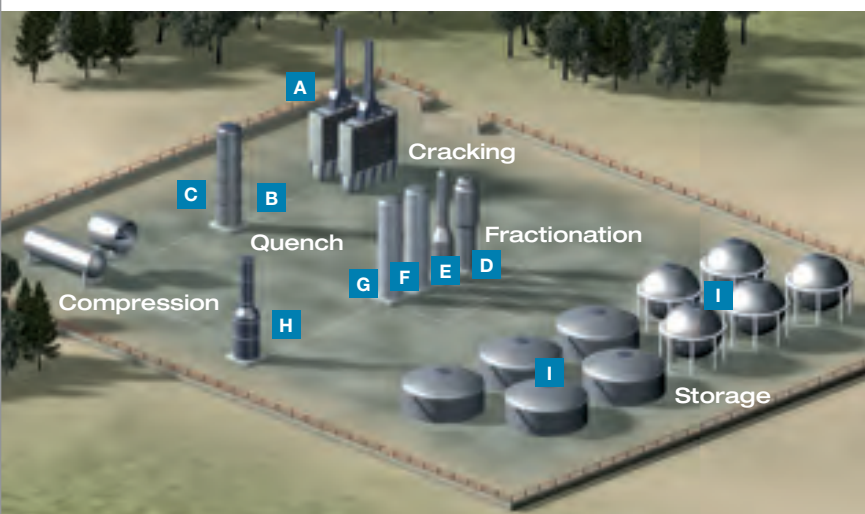


Таблица Е. Выбор стали для криогенных процессов. Обычная температура испытаний Температура кипения жидкости

Сердцем предприятия является крекинговая печь (описание см. на следующей странице). Компания voestalpine Böhler Welding располагает многолетним опытом производства присадочных материалов для сварки трубных секций крекинговой печи. Установка характеризуется одновременным наличием высоко- и низкотемпературных участков. Некоторые углеводороды имеют чрезвычайно низкие температуры кипения, поэтому для их транспортировки и хранения на предприятии необходимы изделия из холодостойких марок сталей. В таблице продукции в настоящей брошюре упомянут ряд изделий для криогенных процессов, однако продукция для СНГ и СПГ вообще освещается в отдельной брошюре по СНГ и СПГ.

В таблице F перечислены некоторые из важнейших технологических узлов установок по производству олефинов и ароматических углеводородов. Наиболее существенные механизмы разрушения для типичных установок по производству олефинов/ароматических УВ перечислены в таблице G. Некоторые из них возможно свести к минимуму путем выбора высококачественного основного металла и расходных материалов для сварки.

Компоненты	Сплавы соединяемых деталей										Наплавляемый металл			
	C-Mn	Alloy 35 / 45 Nb	5Cr 1/2Mo	9Cr 1Mo	S.S 316L	S.S 347	S.S 310	S.S304H	1% Ni	2.5% Ni	3% Ni	S.S 308L	S.S 316L	Alloy 625
A Крекинговая печь		•												
B Выходные трубопроводы печи			•	•		•	•	•						
C Охладительная колонна	•										•	•		
D Деметанатор	•				•							•	•	
E Дезанатор	•				•							•	•	
F Депропанатор	•													
G Дебутанатор	•													
H Реактор синтеза оксида этилена	•													
I Резервуары-хранилища								•	•	•				

Таблица F. Выбор сплавов для основных узлов установки по производству олефинов/ароматических УВ.

Установка	Механизмы разрушения
Крекинг	Ползучесть/разрыв под напряжением
	Карбюризация
	Отпусная хрупкость
	Термический удар
	Графитизация
	Тепловая усталость
Охлаждение Фракционирование	Щелочная коррозия
	Щелочное растрескивание
	Щелочная коррозия
	Низкотемпературная хрупкость

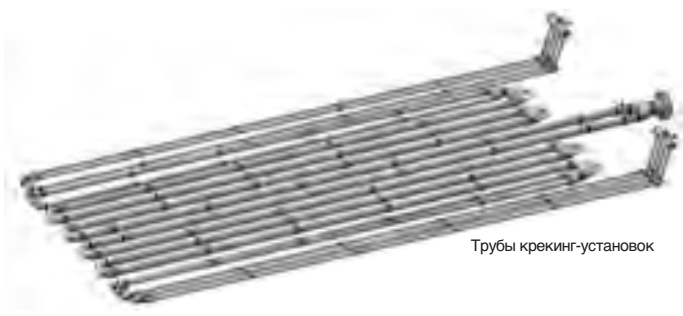
Таблица G. Механизмы разрушения.

Сваривание труб риформера и крекинг-аппарата

В переработке нефти востребован процесс парового/каталитического риформинга, позволяющего изменить форму молекул углеводородов желаемым образом. Этот технологический процесс также используется для производства водорода на водородных установках крупных НПЗ, где потребность в технологическом водороде чрезвычайно велика. Рабочая температура может превышать 900°C. На нефтехимических установках, например, на установках по производству олефинов и ароматических УВ, бензинолигроиновые фракции с НПЗ вначале поступают в центральную крекинг-установку. Температура в крекинговой печи может превышать 1 150°C. Процесс крекинга приводит к образованию кокса на стенах труб, в результате чего рабочая температура еще больше возрастает и может достигнуть расчетного предела.

В обеих из вышеупомянутых областей применения главными технологическими элементами являются трубы, изготовленные методом центробежного литья. Трубы и соответствующие сварные соединения должны выдерживать целый ряд механизмов разрушения, включая разрушение при ползучести/напряжении, карбюризацию и усталостные явления. Необходимость одновременного повышения прочности, сопротивления ползучести и жесткости долгое время была острой проблемой отрасли. На протяжении десятилетий прогресс в отрасли достигался благодаря применению новых сплавов с различным содержанием Cr и Ni и введения легирующих элементов: Si, Ti, Zr, Nb, Mo, Co и т.п. для повышения термостойкости с одновременным обеспечением достаточного сопротив-

ления ползучести и устойчивости к карбюризации. Сверхлегированные расходные материалы для сварки нового сорта присутствовали в нашем портфеле всегда, но мы стремимся предложить идентичные или близкие по свойствам материалы для каждого нового сорта труб с тем, чтобы нивелировать разность коэффициентов теплового расширения сварного соединения труб и за счет этого увеличить долговечность сварной конструкции. Перечень основных материалов для сварки труб печей приведен в разделе продукции настоящей брошюры.



© Menciair Industries

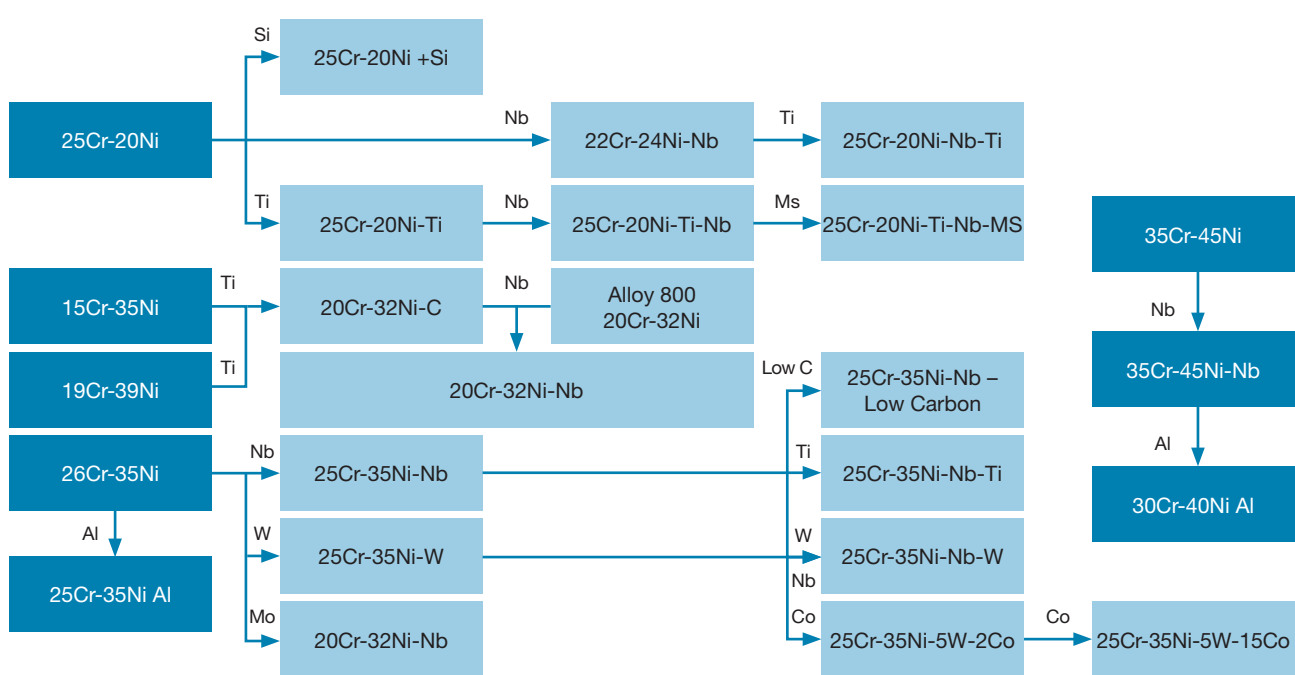


Таблица Н. Развитие сплавов для литых труб.

Отраслевой опыт



НПЗ HELPE (Греция)

Изготовитель: Larsen and Toubro
 Узел: реактор гидрокрекинга (970 т)
 Основной металл: CrMo-22V (292 мм)
 Соединительные: Сварка покрытым электродом – Phoenix Chromo 2V
 Материалы: Сварка вольфрамовым электродом в газовой среде – Union I CrMo 2V
 Проволока для дуговой сварки – Union S1 CrMo 2V
 Флюс для дуговой сварки – UV 430 TTR-W



НПЗ в г. Бургас (Болгария)

Изготовитель: Belleli Energy CPE S.r.l
 Узел: реакторы гидрообработки
 Основной металл: CrMo-22V + нерж. сталь 347SS (240 + 3 мм)
 Соединительные: Сварка покрытыми электродами – Phoenix Chromo 2V
 Материалы: Сварка вольфрамовым электродом в газовой среде – Union I CrMo 2V
 Проволока для дуговой сварки – Union S1 CrMo 2V
 Флюс для дуговой сварки – UV 430 TTR-W
 Наплавление: Полоса – SOUDOTAPE 21.11 LNb, флюс – RECORD EST 122



НПЗ «Мина Абдуалла» и «Мина Эль-Ахмади» (Кувейт)

Изготовитель: Larsen and Toubro
 Узел: 22 реактора гидрообработки
 Основной металл: CrMo 22, CrMo-22V
 Соединительные: Сварка покрытыми электродами – Phoenix SH Chromo 2
 Материалы: KS, Phoenix Chromo 2V
 Сварка вольфрамовым электродом в газовой среде – Union I CrMo 910 Spezial, Union I CrMo 2V
 Проволока для дуговой сварки – Union S1 CrMo 2, Union S1 CrMo 2V
 Флюс для дуговой сварки – UV 420 TTR-W, UV 430 TTR-W

Сокращенный список наших партнеров приведен ниже.

ATB Riva Calzoni SpA
 Axens
 Bechtel
 Belleli Energy C.P.E S.r.l
 Borsig GmbH
 CB&I Lummus
 Cessco Fabrication and Engineering
 Chevron
 Chiyoda
 CNPC
 Daelim
 Doncaster Paralloly Ltd.
 Doosan Engineering and Construction
 Duralloy Technologies

ExxonMobil
 FBM Hudson Italiana
 Felguera Calereria Pesada
 Fluor
 Foster Wheeler
 GE - Nuovo Pignone
 General Welding Wroks Inc.
 Godrej and Boyce
 Haldor Topsoe
 Hitachi Zosen
 Hyundai Heavy Industries
 ISGEC
 Japan Steel Works
 KBR

Koch Industries
 Kubota Metal Corporation
 Larsen and Toubro
 Lurgi
 MAN DWE GmbH
 Manoir Industries
 Officine Luigi Resta S.p.A
 OLMi
 OMZ
 PETROBRAS
 Reliance Industries
 Rolle S.p.A
 Samsung Engineering
 Schmidt + Clemens GmbH

Schwartz Houtmont
 Shanghai Boiler Works
 Shell Global Solutions
 SINOPEC
 Taylor Forge Engineering Products
 Technip
 Tecnicas Reunidas
 TOTAL Raffinage
 Thyssenkrupp Uhde
 UOP
 V.R.V
 Winkels
 Worley Parsons

voestalpine Böhler Welding

Экспертные знания в области металлургии для наилучшего результата сварки

voestalpine Böhler Welding (ранее Böhler Welding Group) – ведущий производитель и поставщик присадочных материалов для промышленной сварки и пайки, работающий на международной арене. Имея более чем столетний опыт работы, предприятие оказало решающее влияние на эволюцию сварочных технологий; его новаторские решения расставляют вехи технологического развития. Степень устойчивости предприятия проявляется и в доверии наших сотрудников, владеющих крупным пакетом акций voestalpine и являющихся таким образом совладельцами компании.



Благодаря принадлежности к voestalpine Group, крупнейшему австрийскому производителю стали и одному из ведущих мировых поставщиков специализированной стальной продукции, мы являемся частью мирового сообщества экспертов-металлургов.

Это дает нашим клиентам следующие преимущества:

- Всестороннее ноу-хау в области сварки и стали под одной крышей
- Комплексные согласованные решения, состоящие из стали и присадочных материалов
- Партнер, предлагающий максимальную экономическую устойчивость и экспертные знания в области технологии

Заказчик на первом месте

Наш главный принцип: «Стопроцентная ориентация на клиента!». Мы видим себя в роли поставщика решений для самых технологически сложных проектов в области сварки. Для достижения наилучшего результата мы обеспечиваем клиенту подбор подходящих присадочных металлов для сварки, правильность их применения и оптимальные настройки всех параметров сварочного процесса. Мы считаем себя ответственными за то, чтобы поставлять нашим клиентам самые лучшие решения – и сегодня, и в будущем. Мы постоянно трудимся над разработкой новой продукции, совершенствованием уже имеющейся и над рационализацией процессов, чтобы максимально сократить сроки исполнения.

Опытные и преданные сотрудники

Мы делаем ставку на специалистов, вкладывающих в работу свою душу и обученных по самым высоким стандартам. Их навыки, знания и энергия обеспечивают долгосрочный успех нашей компании и предприятий наших клиентов. Наша высококачественная продукция в сочетании с индивидуальной технической поддержкой со стороны наших инженеров-технологов и специалистов по применению технологии по всему миру – гарантия того, что наши клиенты всегда справятся с самыми сложными технологическими задачами в области сварки.

В случае отсутствия списка продукции просим обращаться к нам.

Сведения и характеристики продукции, приведенные в настоящем издании, не носят юридически обязывающего характера и служат исключительно для технических ориентировочных целей. Они не заменяют индивидуальных консультаций, оказываемых нашими коммерческими и сервисными подразделениями. Гарантии в отношении сведений и характеристик продукции, приведенных в настоящем издании, могут возникать только на основании непосредственных положений договоров. Издатель не отвечает за ошибки набора или технические изменения. Полное или частичное тиражирование допускается только по непосредственному письменному разрешению voestalpine Böhler Welding GmbH. Технические нормы: ASME BPVC, API RP571, API 934A