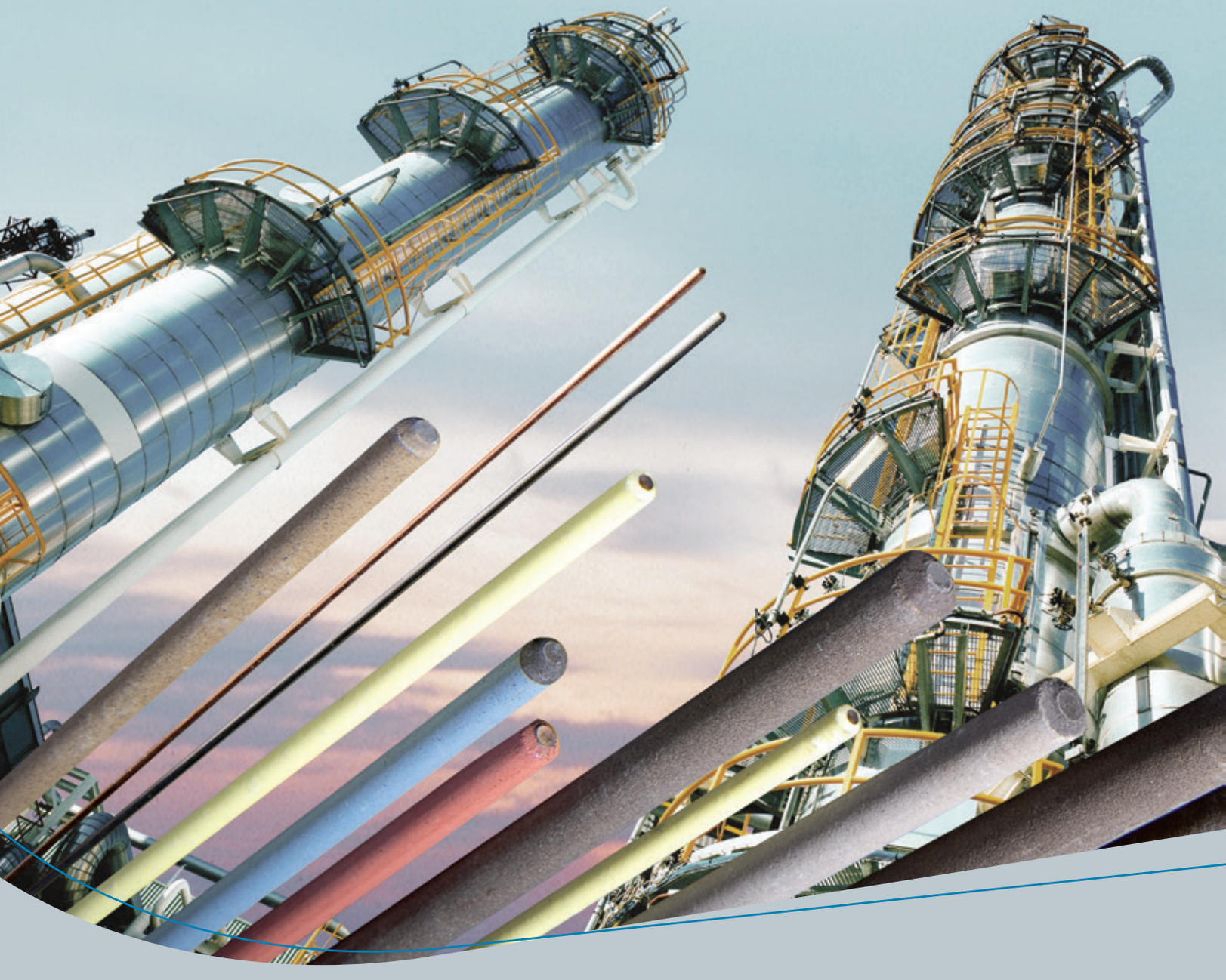
voestalpine Böhler Welding

Welding Solutions for the Chemical Industry



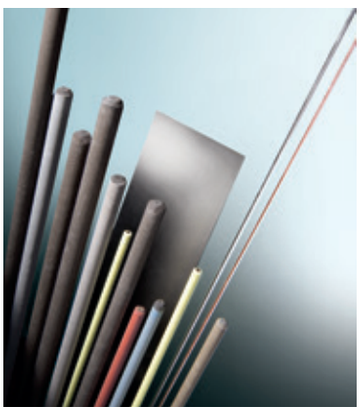
voestalpine Böhler Welding
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.

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.

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

Выбор конструктивных материалов и сварочные решения для химической промышленности.

Особые требования. Целесообразные решения.

voestalpine Böhler Welding специализируется на производстве сварочных материалов для химической промышленности. В voestalpine Böhler Welding Вы найдете идеального партнера, располагающего полным ассортиментом изделий для всех Ваших конкретных потребностей и глобальной дистрибьюторской сетью с опытом работы, составляющим несколько десятилетий. Опытные инженеры-сварщики подберут в соответствии с Вашими требованиями оптимальное решение с технической и экономической точки зрения. voestalpine Böhler Welding предоставляет целесообразные решения для основных отраслей химической промышленности:

ПОДСЕГМЕНТЫ	ПРОДУКЦИЯ	СТР.
Неорганические вещества	Неорганические кислоты, щелочи и соли, неорганические чистые реактивы	Стр. 8-11
Органические вещества	Широкий диапазон мономеров, полимеров, волоконных материалов, пластмасс, клеящих веществ, пленок, красящих средств...	Стр. 12-13
Карбамид	Аммиак и карбамид, а также удобрения на их основе	Стр. 14-15
Целлюлозно-бумажная продукция	Целлюлозно-бумажная продукция	Стр. 16-17
Опреснение воды	Чистая вода для промышленного, сельскохозяйственного и питьевого использования.	Стр. 18-19
Пищевые продукты и напитки	Пиво, вино, перегонные установки, напитки, продукты питания ...	Стр. 20
Фармацевтика	Биотехнологии и химический синтез в фармацевтике	Стр. 21

Выбор конструкционных материалов в химической промышленности

Для адекватного выбора материалов следует учитывать множество различных факторов. Основным исходным предположением при этом является то, что как сами материалы, так и протекающие химические реакции могут становиться причиной образования коррозионных сред – обычно это происходит при низких и средних температурах в комбинации с давлением в диапазоне от низкого до высокого. Тем не менее, некоторые реакции происходят при высоких температурах (например производство диоксид титана, хлорвинилиден).

Подробнее, реагирующие вещества могут являться:

- Восстанавливающими кислотами: единственное окисляющее вещество восстанавливает водород (например, фосфорная кислота, серная кислота, соляная кислота, плавиковая кислота).
- Окисляющими кислотами, а также кислородом и ионами металлов, которые действуют как окисляющий компонент вместе с ионами водорода (например, азотная кислота, аэрированные растворы, ионы металлов: Fe_3+, Cu_2+,..)
- Соляные растворы (например, KCl, NaCl, -> растворы хлоридов)
- Щелочные растворы (например, KOH, NaOH)

Обычно реальные среды в химической промышленности содержат комбинацию перечисленных выше факторов с добавлением примесей.

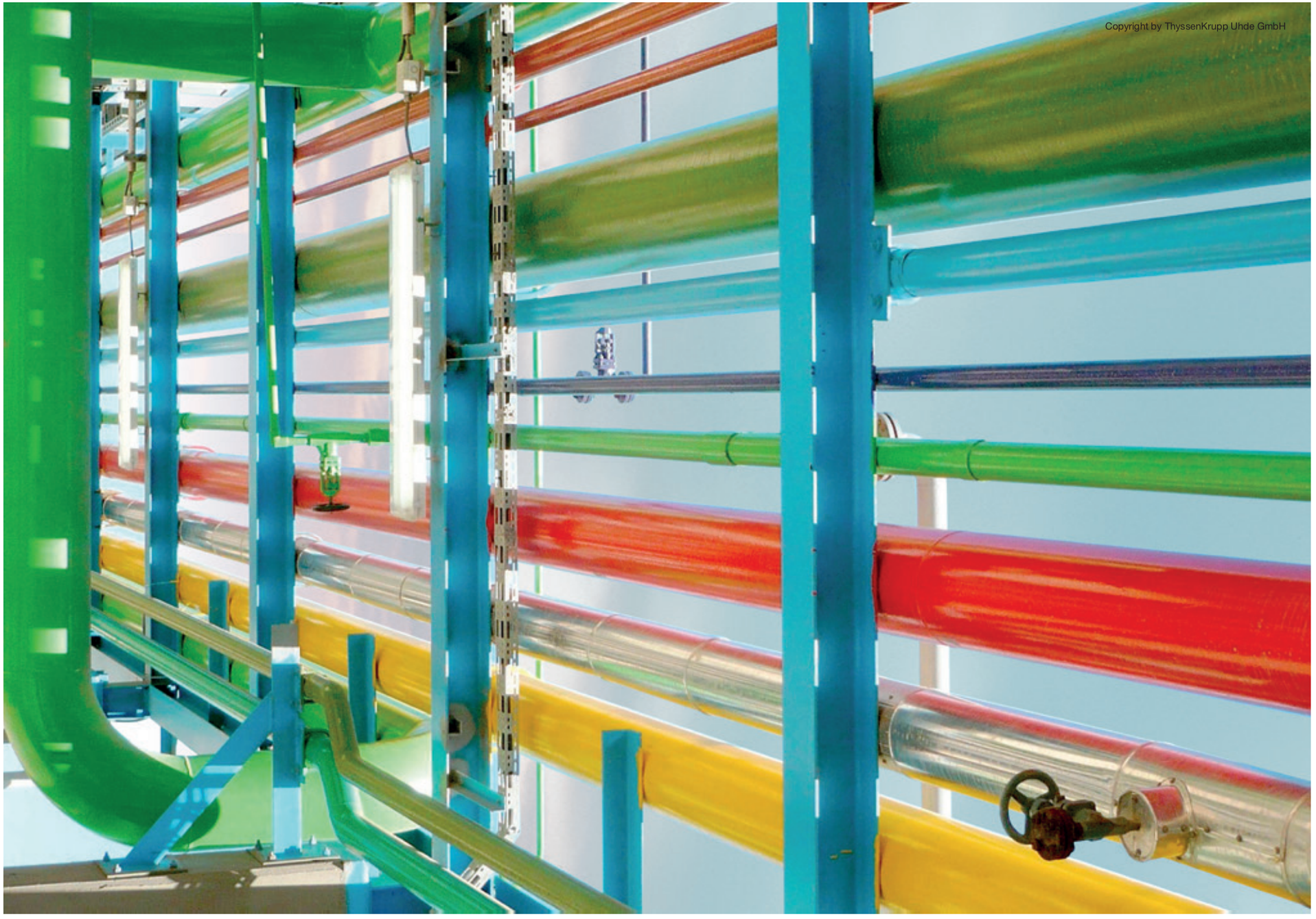
Далее, важнейшими факторами при выборе материала являются специфические требования и ограничения, связанные с общей коррозией, локализованной точечной и щелевой коррозией, межкристаллитной коррозией (IGC), механизмом деформационно-индуцированной коррозии (SCC, коррозионное растрескивание под напряжением), электрохимической коррозией.

В связи с этим можно заключить, что химическая промышленность требует использования набора специфических конструкционных материалов для компонентов установок (резервуаров, баков, труб, насосов, смесителей ...), подобранных с учетом указанных выше факторов, т.е. типов входящих в контакт жидкостей, давления, температуры, требуемых коррозионных и механических свойств.

Таким образом, базовые конструктивные материалы, используемые в химической промышленности, могут лежать в диапазоне от нелегированных/низколегированных жаропрочных марок стали до нержавеющих марок стали (аустенитные, двухфазные, специальные аустенитные и супераустенитные) и сплавов на основе никеля, сплавов Cu/Ni, сплавов Ti, сплавов Zr.

Что касается сварки, то методы, ограничения и условия изготовления приводят к использованию процессов из широкого набора (SMAW [ручная сварка покрытым электродом]/GTAW [сварка в среде защитных газов неплавящимся вольфрамовым электродом]/GMAW [сварка в среде защитных газов плавящимся электродом]/FCAW [сварка порошковой проволокой]/SAW [автоматическая сварка под флюсом]/ESW [электрошлаковая сварка]/PAW [плазменная сварка]...), предъявляя высокие требования к специальным сварочным присадочным материалам.

Особое внимание следует уделять очистке поверхностей после сварки (т.е. травление и пассивирование) – этот фактор также является важным в данной отрасли.


Copyright by ThyssenKrupp Uhde GmbH

Сварка коррозионно-стойких сплавов для химической промышленности

Полагая, что поведение коррозионно-стойкого сплава зависит от его химического состава и среды, в которую он помещен, следует отметить, что даже в случае, когда основной металл подходит для указанной задачи, разработанное сварочное решение совершенно не обязательно окажется подходящим.

В самом деле, стыковые швы обладают особыми свойствами по сравнению с основным материалом, такими как:

- Микроструктура литого типа
- Высокая скорость остывания может привести к изменению химической ликвации
- Структура обычно неоднородна, если не проводилась термическая обработка
- На химический состав влияет перемешивание с основным металлом
- Уменьшение/увеличение доли элементов сплава всегда происхо дит в процессе сварки

Вследствие перечисленного, коррозионная стойкость сварного шва должна быть аккуратно измерена на основе адекватных методов тестирования перед сваркой конкретных деталей/конструкций. В связи с этим, характеристики присадочных сварочных материалов играют важную роль в обеспечении соответствия требованиям. Критерии оценки обычно не соответствуют международным стандартам. Требования доводятся до конечных пользователей и инженерных спецификаций, в последнее десятилетие эти требования стали более высокими. voestalpine Böhler Welding владеет большой базой данных результатов коррозионным испытаниям сварных швов в различных коррозионных средах с превосходными качественными и количественными (скорость коррозии и критическая температура) показателями. Ниже представлены результаты, по некоторым отраслевым направлениям. Следует отметить, что одно и то же решение часто применяется в разных отраслях химической промышленности.

Приведенная ниже таблица иллюстрирует стандартизированные коррозионные испытания, которые обычно используются для подтверждения пригодности сварных швов.

СТАНДАРТ	МЕТОД	РАСТВОР	ПОДГОТОВКА	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА	ЦЕЛЬ
ASTM G28	A	$Fe_2(SO4)3$ 42g/l +50% H_2SO_4	Обработанный на станке образец, последний слой обработан щеткой, обрезанные кромки отшлифованы влажным способом с величиной зерна абразива 80	24 ч или 120 ч при температуре кипения	Восстанавливающие среды * Детектирование межкристаллитной коррозии (серная кислота + ионы металла) * Оценка скоростей различных механиз мов коррозии (мм/г)
ASTM A 262 **EN ISO 3561**	practice 'C' "Huey Test" 1	65% HNO_3	Обработанный на станке образец, последний слой обработан щеткой, обрезанные кромки отшлифованы влажным способом с величиной зерна абразива 120	5 циклов x 48 ч при температуре кипения, свежий раствор для каждого цикла, прополаскивание водой и сушка перед тестированием	Окисляющие среды * Детектирование межкристаллитной коррозии (в азотной кислоте) * Оценка скорости потери вещества (на каждом цикле и в конце тестирования)
EN ISO 3561	2 "Strauss Test"	Cu shavings, $CuSO_4$ + 16% H_2SO_4	Сенсибилизация, термическая обработка при 700°C x 30 мин, травление с целью удаления окисдной окалины, обработанный на станке образец, обрезанные кромки отшлифованы влажным способом с величиной зерна абразива 120	20 ч при температуре кипения	Испытание сенсибилизации * Детектирование межкристаллитной коррозии для низкоуглеродистых и стабилизированных сортов стали (увеличение в 10 раз)
ASTM G48	C	6% wt $FeCl_3$ + 1%HCl	Обработанный на станке образец, последний слой обработан щеткой, обрезанные кромки отшлифованы влажным способом с величиной зерна абразива 80	Шаг 5°C/24 ч за каждый сеанс, начальная температура зависит от тестируемого материала	Точечная коррозия для сварных швов на основе никеля * Детектирование точечной коррозии (хлоридсодержащий раствор) * Оценка скоростей различных механиз мов коррозии (мм/г) * Критическая температура точечной коррозии (CPT)
ASTM G48	E	6% wt $FeCl_3$ + 1%HCl	Обработанный на станке образец, последний слой обработан щеткой, обрезанные кромки отшлифованы влажным способом с величиной зерна абразива 80	Шаг 5°C/24 ч за каждый сеанс, начальная температура зависит от тестируемого материала	Точечная коррозия для сварных швов из нержавеющей стали * Детектирование точечной коррозии (хлоридсодержащий раствор) * Оценка скоростей различных механиз мов коррозии (мм/г) * Критическая температура точечной коррозии (CPT)
ASTM A923	B	6% wt $FeCl_3$ + 1%HCl	Обработанный на станке образец, последний слой обработан щеткой, обрезанные кромки отшлифованы влажным способом с величиной зерна абразива 80	Температурная функция материала основы (например, дуплексная сталь 22°C супердуплексная 40°C) Продолжительность: 24 ч	* Детектирование интерметаллических фаз, например, сигма-фазы (хлоридсо держащий раствор) * Оценка скорости потери вещества (мг/день дм)
-	«Зеленая смерть»	7% vol H_2SO_4 +3% vol HCl +1% wt $FeCl_3$ +1% wt $CuCl_2$	Обработанный на станке образец, последний слой обработан щеткой, обрезанные кромки отшлифованы влажным способом с величиной зерна абразива 80	24 ч каждый сеанс, начальная температура 85°C, для никелевых сплавов (используются для C-типов, например, C-276, 59, 686), шаг 5°C/24 ч	* Детектирование точечной коррозии * Оценка скоростей различных механиз мов коррозии (мм/г) * Критическая температура точечной коррозии (CPT)

Коррозионно-стойкие сплавы в химической промышленности

Помимо привычных классов стали, стабилизированных титаном или ниобием, и малоуглеродистых марок, таких как 304L или 316L, часто используются другие сплавы, соответствующие предъявляемым высоким требованиям и типу коррозионной среды.

Ниже приведена таблица сплавов, используемых в химической промышленности в случае требования стойкости как к влажной коррозии, так и к высокотемпературной коррозии:

		EN	ASTM ИЛИ UNS/ СПЛАВ	C [%]	Ni [%]	Cr [%]	Mo [%]	Cu [%]	Fe [%]	N [%]	ИНЫЕ [%]	PRE_N
СОРТА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ СЕРИЯ '300'		1.4306	304L	0,02	10,0	18,0			Ост.			18
		1.4432	316L	0,02	11,0	17,0	2,6		Ост.			26
		1.4335	310L	≤0,015	21,0	25,0	≤0,1		Ост.	0,10	Si<0,15	27
		1.4438	317L	0,02	14,0	18,0	3,0		Ост.			28
		1.4439	317LMN	0,02	14,0	17,0	4,1		Ост.	0,14		33
ДУПЛЕКСНАЯ СОРТА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ		1.4162	S32101/LDX 2101™	0,03	1,5	21,5	0,3		Ост.	0,22	5 Mn	26
		1.4362	S32304/2304	0,02	4,8	23,0	0,3		Ост.	0,10		26
		1.4462	S82441/LDX 2404™	0,02	3,6	24,0	1,6		Ост.	0,27	3 Mn	34
		1.4462	S32205/2205	0,02	5,0	22,0	3,1		Ост.	0,17		35
		1.4410	S32750/2507	0,02	7,0	25,0	4,0		Ост.	0,27		43
		1.4501	S32760/2507 CuW	0,02	7,0	25,0	3,5	0,5	Ост.	0,27	0,6 W	41
СПЕЦИАЛЬНЫЕ АУСТЕНИТНЫЕ СОРТА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ		1.4539	904L	0,01	25,0	20,0	4,3	1,5	Ост.	0,1		37*
		1.4563	N08028/ 28	≤0,015	31,0	27,0	3,5	1,3	Ост.	0,05		40*
		1.4547	S31254	0,01	18,0	20,0	6,1	+	Ост.	0,2		46*
		1.4529	N08926/926	≤0,02	25,0	21,0	6,5	0,9	Ост.	0,2		48*
		1.4565	S34565/ 24	0,02	17,0	24,0	4,5		Ост.	0,5	5,5 Mn	52*
		1.4591	NR20033/33	≤0,02	31,0	33,0	1,6	0,6	Ост.	0,4		50*
		1.4562	N08031/31	≤0,015	31,0	27,0	6,5	1,3	Ост.	0,2		54*
		1.4652	S31654	0,01	22,0	24,0	7,3	+	Ост.	0,5	3 Mn	63*
СПЕЦИАЛЬНЫЕ «КАРБАМИДНЫЕ» И АЗОТНОКИСЛЫЕ МАРКИ		1.4361	S30600	≤0,015	18,0	14,0	2,7		Ост.		4 Si	23
		1.4435	(724Mod.)316L UG	0,02	14,0	18,0	2,6		Ост.	+		28
		1.4466	S31050/725 LN	≤0,02	22,0	25,0	2,1		Ост.	0,13		34
НИКЕЛЕВЫЕ СПЛАВЫ ДЛЯ СРЕД С ВЛАЖНОЙ КОРРОЗИЕЙ	Сплавы Ni	2.4066	N02200/200	≤0,1	>99,2							
		2.4068	N02201/201	≤0,02	>99,0							
	Сплавы NiCrFe	2.4817	N06600/600 L	≤0,025	74,0	16,0			9,0		0,2 Al 0,2 Ti	16*
		2.4642	N06690/690	≤0,015	61,0	29,0		0,4	9,0		0,25 Ti	29*
	Сплавы NiFeCrMoCu	2.4660	N08020/20	≤0,06	38,0	20,0	2,4	3,4	34,0		0,2 Nb	28*
		2.4858	N08825/825	≤0,05	40,0	23,0	3,2	2,2	31,0		0,8 Ti	34*
		2.4619	N06985/G-3	≤0,02	48,0	23,0	7,0	2,0	19,0		0,3 Nb W<1,5 2,5 Co	46*
		2.4603	N06030 / G-30™	0,02	43,0	30,0	5,0	1,5	15,0		2,5 W Co<5	47*
	Сплавы NiCrMo (Fe)	2.4856	N06625 / 625**	0,02	62,0	22,0	9,0		3,0		3,4 Nb	52*
		2.4602	N06022/22	0,01	56,0	22,0	13,0		3,0		3 W, V ≤0,35	65*
		2.4610	N06455/C-4	≤0,01	66,0	16,0	16,0		1,0			69*
		2.4819	N10276/ C-276	0,01	57,0	16,0	16,0		6,0		3,5 W, Co <2	69*
		2.4675	N06200/C-2000™	0,01	57,0	23,0	16,0	1,6	3,0		Al <0,5 , Mn <0,5	76*
		2.4605	N06059/59	0,01	59,0	23,0	16,0		1,0		0,3 Al	76*
	Сплавы NiMo	2.4617	N10665/B-2	≤0,010	69,0	0,7	28,0	≤0,5	1,7		Co ≤1	93*
		2.4600	N10675/B-3	≤0,010	65,0	1,5	28,5		1,5		Co ≤3 ,W ≤ 3 , Mn ≤3	96*
НЕРЖАВЕЮЩИЕ СТАЛИ И НИКЕЛЕВЫЕ СПЛАВЫ, РАССЧИТАННЫЕ НА ВЫСОКУЮ ТЕМПЕРАТУРУ	Нержавеющие стали	1.4828	S30900/309S	0,08	12,0	22,0			Ост.		2Si	
		1.4835	S30815/253MA™	0,08	11,0	21,0			Ост.	0,17	0,05 Ce 1,6Si	
		1.4845	S31000/310S	0,05	20,0	25,0			Ост.			
		1.4876	N08810/800 H	0,08	31,0	21,0			47,0		0,25Al 0,35Ti	
		1.4862	N08330/DS	0,08	36,0	18,0			42,0		0,15Al 0,15Ti 2,2Si	
		1.4877	S33228/AC66	0,08	32,0	28,0			39,0		0,8Nb 0,1Ce	
	Никелевые сплавы	2.4816	N06600/600-600 H	0,08	74,0	16,0			9,0		0,2Al 0,2Ti	
		2.4851	N06601/601 H	0,06	60,0	23,0			14,0		1,4Al 0,5Ti	
		2.4633	N06025/602CA	0,2	62,0	25,0			9,5		2,3Al 0,2Ti 0,1Y 0,1Zr	
		2.4663	N06617/617	0,08	54,0	22,0	9,0		1,0		1Al 0,5Ti 12Co	
СПЛАВЫ «НИКЕЛЬ-МЕДЬ» И «МЕДЬ-НИКЕЛЬ»		2.4360	N04400/400	≤0,15	64,0			32,0	1,8			
		2.0872	C70600/CuNi 90-10		10,0			88,0	1,5		0,8% Mn	
		2.0882	C71500/CuNi 70-30		31,0			67,0	0,7		1% Mn	

**также для высоких температур

*PRE_{N2}

PREN – числовой эквивалент стойкости к питтинговой коррозии. Является инструментом теоретического сравнения стойкости к питтинговой коррозии на основе химических сочетаний сплава хром-никель. Пригодность использования данных сплавов в трудных условиях должна подтверждаться адекватным коррозионным испытанием.

PREN1 %Cr + 3,3*%Mo + 16*%N
PREN2 %Cr + 3,3*%Mo + 30*%N

	ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ	КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ
Ni	Металлургическая совместимость	Щелочи, SCC, слабое восстановление
Cr	Формируется защитная оксидная пленка	Окисляющая среда однородна и локализована
Mo	Восстанавливающие среды, стабилизирует хром (если таковой присутствует)	Неокисляющие среды, увеличенная локализованная коррозионная стойкость для сплавов хрома
W	Аналогичен Mo, но менее эффективен	Сильно портит термическую стабильность
N	Стабилизатор аустенитной фазы	Механические свойства локализованной коррозии
Cu	Восстанавливающие среды	Морская вода, HF, H_2SO_4

Неорганические вещества

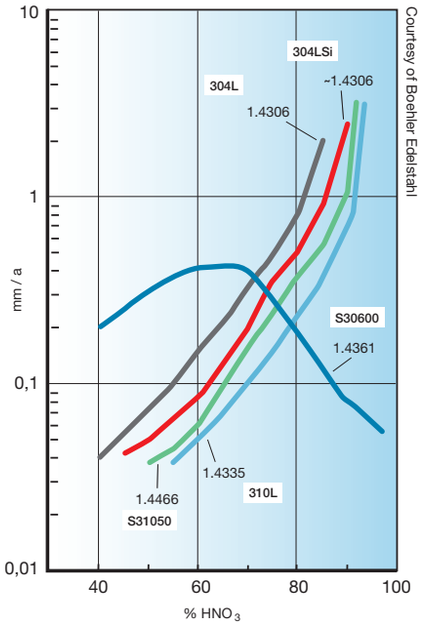
Сектор неорганических химических веществ является крупнейшим в химической промышленности; он охватывает все химические процессы с участием неорганических исходных материалов. В рамках данной отрасли в приложениях применяется широкий спектр температурных условий и давлений, различные типы реакций требуют использования высококачественных основных металлов и сварочных присадочных материалов.

Среди прочего, это конечные продукты неорганической химической промышленности (в частности, сульфат алюминия, хлор, соляная кислота, водород, перекись водорода, азотная кислота, получаемые из воздуха промышленные газы, фосфорная кислота). Некоторые из этих веществ обладают восстановительными свойствами (например, соляная, серная, фосфорная кислота и др.), в то время как другие – окислительными (например, азотная кислота). Области применения с высокими требованиями, использующие горячие и концентрированные щелочные растворы, также весьма разнообразны (например, каустическая сода или гидроксид калия), при этом значительная часть синтезированных солей также выступает в качестве корродирующих агентов, в ряде случаев содержащих галогены – хлористые соединения, слабые кислоты или щелочи. Поэтому в данной отрасли следует учитывать все типы сценариев коррозии и иметь для борьбы с ними широкий спектр сварочных присадочных материалов.

Ниже представлены примеры наиболее распространенных неорганических химических процессов с указанием используемых материалов и сварки.

Азотная кислота (HNO_3)

Получаемая в результате реакции окисления аммиака при высокой температуре (800-900°C) и используемая в производстве удобрений, взрывчатых веществ и полимеров, азотная кислота агрессивно воздействует на границы зерен, в особенности в случае выпадения в осадок и выделения фракций; основную опасность представляют такие типы коррозии как IGC (межкристаллитная) и транспассивная коррозия. Поэтому используются материалы с очень низким содержанием углерода, фосфора, серы и высокой однородностью, такие как EN 1.4306 (304LSi) < 0,1 Si, ≤ 0,02 P. Также очень важно обеспечить чистоту и гладкость поверхностей сварных швов. При более высоких температурах и концентрациях требуется сплав более высокого класса (марки).



304L, 310L, S31050/725 LN широко применяются в поглотительных колоннах, абсорбционных охлаждающих змеевиках и нагревателях. Для компонентов с высоким содержанием соединений хлора в охлаждающей воде применяются сплав 28 и другие сплавы с высоким содержанием хрома. Аустенитная марка EN 1.4361 с высоким (≈4%) содержанием кремния используется при высокой концентрации азотной кислоты (>67%). Данный материал демонстрирует высокую коррозионную стойкость вплоть до точки кипения.

Сварочное решение для аустенитной стали с высоким содержанием кремния класса EN 1.4361

Производимые в виде прутка для дуговой сварки неплавящимся электродом в среде защитных газов или электрода для ручной дуговой сварки, присадочные материалы Böhler Welding для аустенитной стали класса EN 1.4361 позволяют получить металл с большим содержанием кремния, хрома и азота по сравнению с металлом основы, что обеспечивает коррозионную стойкость, в том числе в условиях сварки. Пониженная погонная энергия и технология использования добавочного прутка позволяют минимизировать принципиальный риск образования термических трещин в данных условиях. Другие стандартные присадочные материалы для сваривания нержавеющей стали содержат 5-15% дельта-ферритов для предотвращения образования термических трещин.

GTAW предназначен для корневого слоя с использованием 100% аргона в качестве защитного газа и газа, защищающего обратную сторону шва. SMAW и GTAW используются для заполнения. Процесс с пониженной погонной энергией и температурой между проходами < 80 °C рекомендуется для предотвращения IGC; при этом можно улучшить ситуацию путем использования водяного охлаждения.

PWHT обычно не требуется, однако может производиться отжиг при 1100-1170°C с закалкой в воде для достижения максимальной коррозионной стойкости в зоне теплового воздействия при использовании в кислотах высокой концентрации при температуре > 70°C.
Испытания, проведенные согласно Методу ASTM262 pract.C «Тесть Хьюи» после обработки отжигом показали средний результат в 0,072 мм/г.

Подробная информация о присадочных материалах и коммерческих названиях приведена в сопровождающей документации к продукции.

Фосфорная кислота (H_3PO_4)

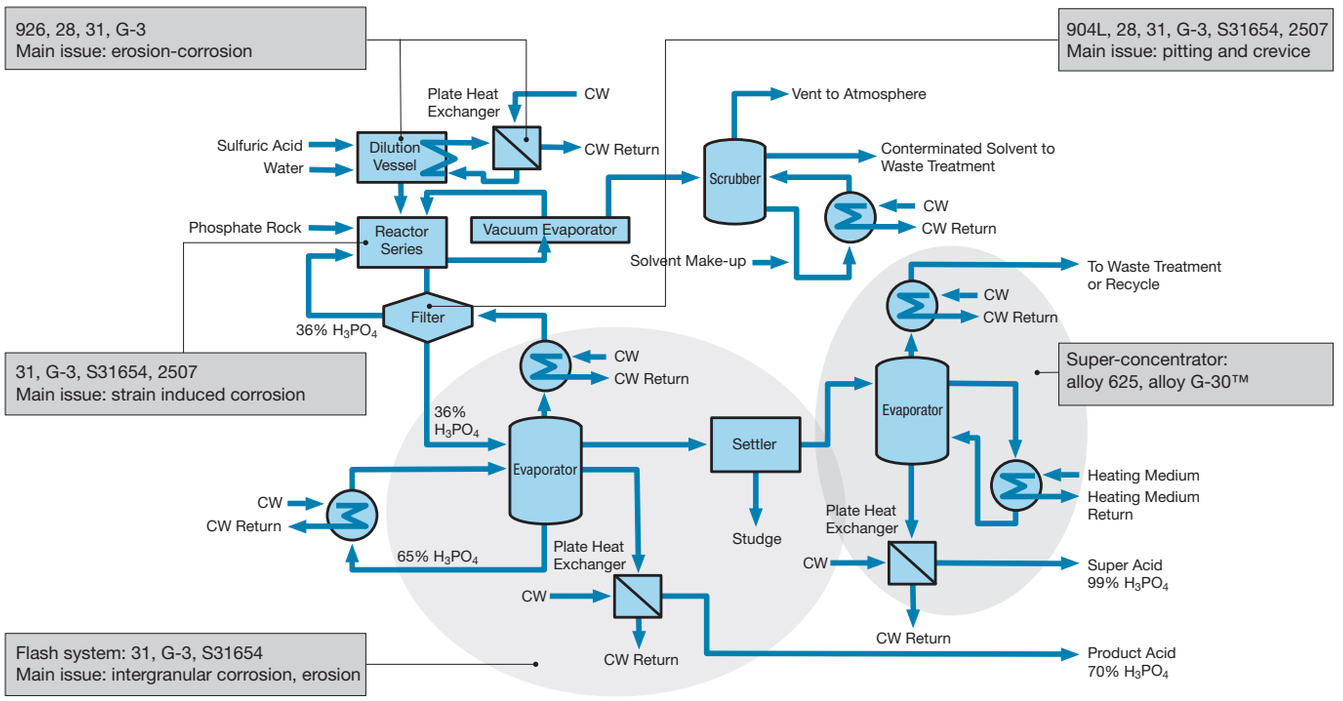
Наиболее часто используемый «влажный» процесс проиллюстрирован ниже: фосфорная кислота является продуктом реакции твердых фосфатов (апатитов) с серной кислотой.

Фосфорная кислота не очень агрессивна, однако проблемы коррозии возникают из-за упомянутой серной кислоты, а также хлоридов, фторидов и кремния, присутствующих в руде. Явление эрозии также связано с коррозией за счет твердых частиц исходных материалов.

Обычно эрозия, высокий расход вещества и поверхностное поглощение усиливают проблемы коррозии. Бак реактора плакируется высоколегированной нержавеющей сталью и подвержен деформационно-индуцированной коррозии и истиранию.
В последнее время для блока смесителя используются также супердуплексные марки стали.

Блок фильтра может подвергаться также щелевой коррозии, и это следует учитывать при подборе материалов. Кроме того, теплообменник и следующая за ним цепочка конденсаторов и концентраторов необходимы для концентрации фосфорной кислоты. Аустенитные и сверхаустенитные марки стали широко используются в данной секции.

Под воздействием сверхкислоты (концентрации от 77% до 90%) сплав 625, и, еще лучше, UNS N06030 сплав G-30TM оказались коррозионно-стойкими и получили широкое применение, в том числе, за счет температуры процесса, которая выше, чем на других этапах.



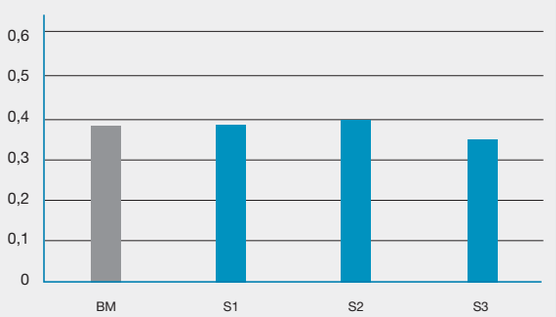
Сварочное решение для сплава 625

Присадочные металлы Böhler Welding на основе никеля для сплава 625 проявляют высокую стойкость в различных коррозионных условиях, включая коррозионное растрескивание под нагрузкой. Используются также для сварки сверхаустенитных марок стали и термостойких сплавов. Для примера ниже приведены результаты коррозионного испытания ASTM G28, метод A (120 ч).

GMAW: (защитный газ Ar + 30% He + 2% H2 + 0,1% CO2)
(V-образный стык толщиной 16 мм).
3 образца (размеры: 55x22x16 мм)

Подробная информация о присадочных материалах и коммерческих названиях приведена в сопровождающей документации к продукции.

Скорость коррозии ASTM G-28 A [мм/г]



Неорганические вещества

Серная кислота (H_2SO_4)

Серная кислота – довольно распространенный промежуточный продукт, используемый во многих процессах химической промышленности для производства других неорганических кислот, для производства удобрений и для нужд неорганической химии.

На схеме показаны 3 возможных способа получения SO_2: сжиганием серы, запеканием минералов или восстановлением из отработанной кислоты. После этого в каталитическом конвертере SO_2 трансформируется в SO_3.

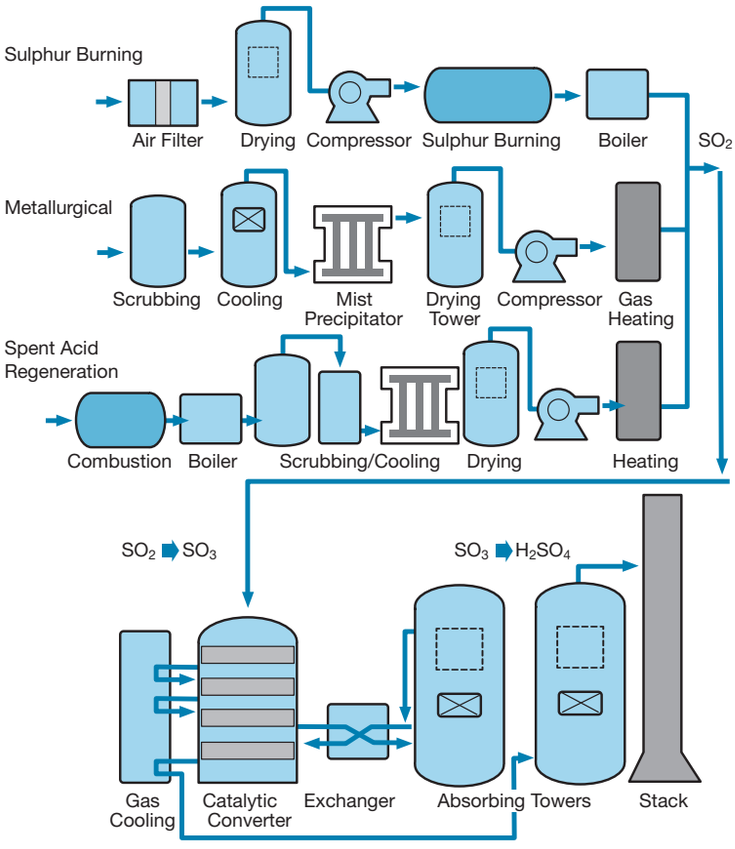
Для данного высокотемпературного приложения можно использовать такие сплавы, как AC66 (S33228) или N12160. Наконец, серная кислота является продуктом реакции, протекающей в поглотительных башнях.

Серная кислота является сильным восстановителем, повреждающим конструкционные материалы установки, которые следует выбирать в зависимости от концентрации и температуры.

Механизм коррозионного повреждения в основном относится к типу IGC; некоторые общепринятые испытания, такие как EN ISO 3651-2, «тест Штрауса», или ASTM G28, методы A и B, позволяют получить хорошую оценку пригодности материала и сварных соединений (только метод A для сварной структуры и отливки).

Таким образом, материалы должны иметь оптимальное содержание хрома, никеля и молибдена, по меньшей мере, соответствующее типу 904L. Сверхаустенитные классы, такие как сплав 31, или сплавы на никелевой основе – G-30 и т.п. (сильно легированные хромом), могут обеспечить скорость коррозии ниже 0,5 мм/год вплоть до температуры 90°C. Однако следует учитывать, что присутствие галоидов значительно снижает коррозионную стойкость.

В случае очень высокой концентрации H_2SO_4 следует проявлять особую осторожность из-за окислительных свойств кислоты с концентрацией выше 95%. Основными факторами выбора материала являются повышенное содержание в нем хрома и пониженное – молибдена.



Сварочное решение для сплава 31 и других марок нержавеющей стали с содержанием молибдена 6% и 7%: Присадочные металлы Böhler Welding на основе никеля

Присадочный металл на основе никеля для сварки сверхаустенитных марок стали предпочтителен для предотвращения разделения фракций в металле шва. Во многих случаях сплав 59 из присадочных металлов Böhler Welding, 22% хрома с очень высоким содержанием молибдена (16%), является наилучшим решением, позволяющим улучшить коррозионные свойства, за исключением ситуаций сильно окисляющих сред на линиях травления или в других условиях работы с кислотами высокой концентрации. В восстанавливающих средах, содержащих хлориды, это оптимальный выбор.

Подробная информация о присадочных материалах и коммерческих названиях приведена в сопровождающей документации к продукции.

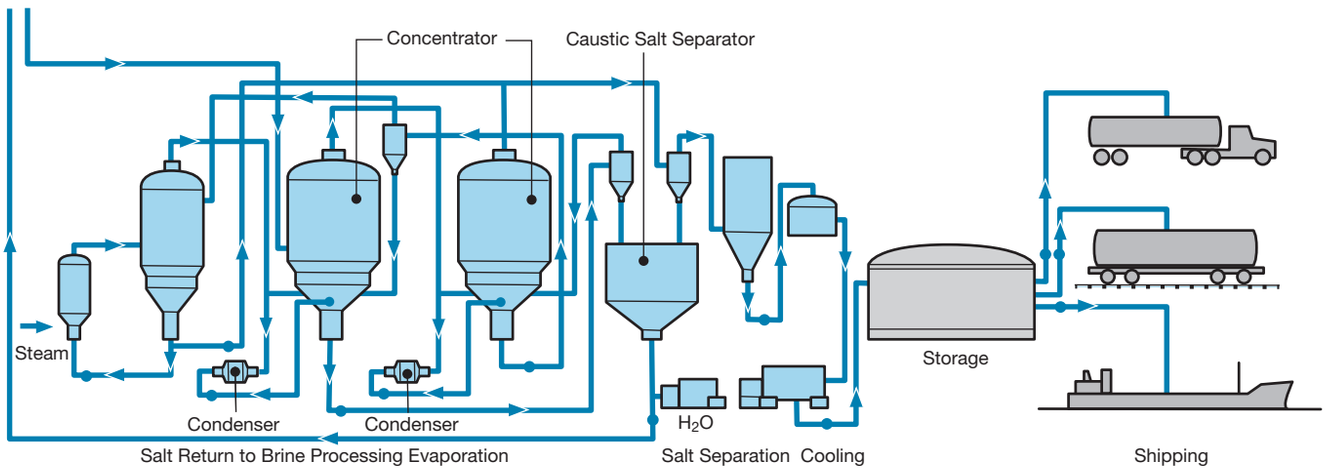
Микрошлиф из сплава 31, сваренный с присадочным материалом, соответствующим сплаву 59: зона термического влияния и металл шва

Каустическая сода (NaOH)

Каустическая сода – это побочный продукт получения хлора путем электролиза. При малых концентрациях и температурах ниже 100°C обычные марки аустенитной нержавеющей стали являются подходящим конструкционным материалом.

При повышенных концентрациях и температурах каустическая сода чрезвычайно агрессивна; чистый никель оказался очень устойчивым к коррозии, поэтому он широко используется в мембранном процессе, наиболее распространенном промышленном решении.

Технологическая установка, многокамерное испарительное устройство для концентрации и очистки изготавливается также их промышленного чистого никеля (сплав 200). Если используется система типа пленочного реактора, работающая при температуре > 350°C, сплав 201 более подходит благодаря наименьшему содержанию углерода – это позволяет избежать выпадения графита на границе зерна. В отношении сварочных присадочных материалов, подходящими марками являются, конечно, низкоуглеродистые марки со стабилизированным содержанием титана, позволяющие обеспечить дезоксидацию наплавки, позволяющую ей соответствовать обоим материалам основы. Наконец, при наличии примесей и окислителей, или для увеличения прочности, альтернативой может служить сплав 600L благодаря содержанию в нем хрома.

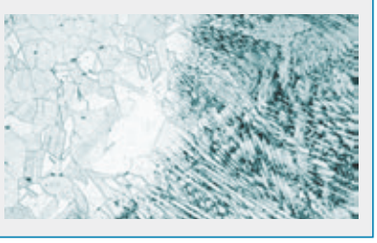


Сварочное решение для сплава 600 и 600L: Присадочный металл на основе ниобия класса 6082 (NiCr20Mn3Nb)

Данный присадочный металл используется для SMAW, GTAW, GMAW, FCAW и SAW. Он легирован Cr-Mn 20-3, слабо легирован C, Nb и Fe – слабее, чем сплав 600. Данное решение используется также для ферритного-аустенитного соединения и при условиях высокой температуры (сорта стали Cr, Cr-Ni, на никелевой основе).

Подробная информация о присадочных металлах и коммерческих названиях приведена в сопровождающей документации к продукции.

Микрошлиф: сварной шов сплава 600L, сваренный проводом GMAW (ЗТВ и металл шва)



Органические вещества

Производство органических веществ – сектор химической промышленности, работающий с органическими соединениями.

В основном, он представляет собой производство органических кислот, а также трансформацию нефти и газа из олефинов и ароматических углеводородов в форму нескольких мономеров и полимеров (базовых и искусственных), и, наконец, получение конечного продукта – волокон, пластмассы, пленок, красок, клейких веществ. Химические реакции, проходящие при высоких температурах (например, термическое растрескивание или пиролиз), а также при средних и комнатных температурах, часто создают сильно коррозионные среды. Реагенты, катализаторы и стабилизаторы могут иметь окисляющее или восстанавливающее действие, и могут содержать агрессивные соли, кислоты, основания и хлориды. Ниже приведены 2 примера органохимических процессов с указаниями по выбору материала и сварке.

Copyright by ThyssenKrupp Uhde GmbH

Производство уксусной кислоты (CH_3COOH)

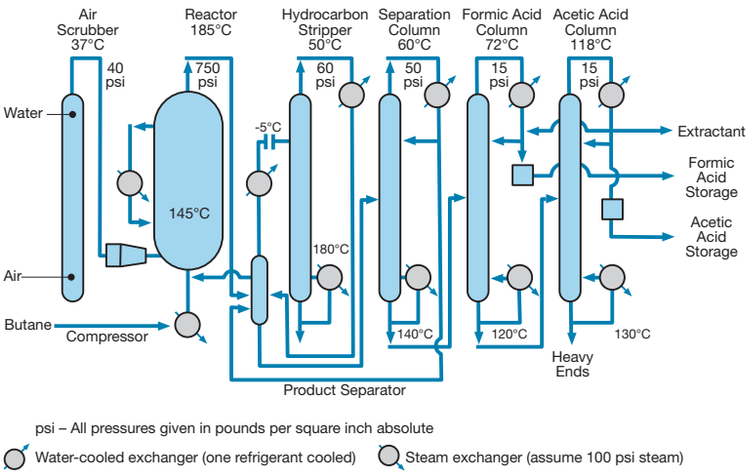
Уксусная кислота – довольно распространенный промежуточный продукт, используемый в отрасли трансформации для получения широкого спектра мономеров, волокна, пластмасс и пр.

Уксусная кислота не обладает особыми коррозионными свойствами, поэтому такие материалы как 304L подходят для изготовления резервуаров для хранения и трубопроводов. При высокотемпературном хранении или в случае риска контаминации материалов предпочтительным является 316L. Используются изменения технологии в процессе синтеза для катализаторов, которые могут вызвать более серьезные проблемы с коррозией. Ниже для иллюстрации выбран один из промышленных процессов (окисление ацетальдегида, окисление бутана и карбонилирование) – окисление бутана.

Уксусная кислота выделяется при вдувании кислорода или воздуха в бутан в присутствии катализатора. Побочные продукты, связанные с применением катализатора, – это муравьиная кислота, сложные эфиры, перекиси и восстановители, которые могут вызвать быструю общую коррозию или коррозию питтингового и щелевого типа. Кроме того, в результате контаминации хлора при температуре, превышающей точку кипения кислоты, может образовываться HCl.

Данные аспекты необходимо учитывать при выборе конструкционных материалов; фактически, если 316L обычно подходит для нижних по потоку частей установки, реактора и частей колонн, работа при более высоких значениях температуры и давления требует более стойких сплавов, таких, как 904L, сверхаустенитные сорта стали, сплав 20, а также сплав 22 или C-276.

Упрощенная диаграмма процесса окисления бутана.



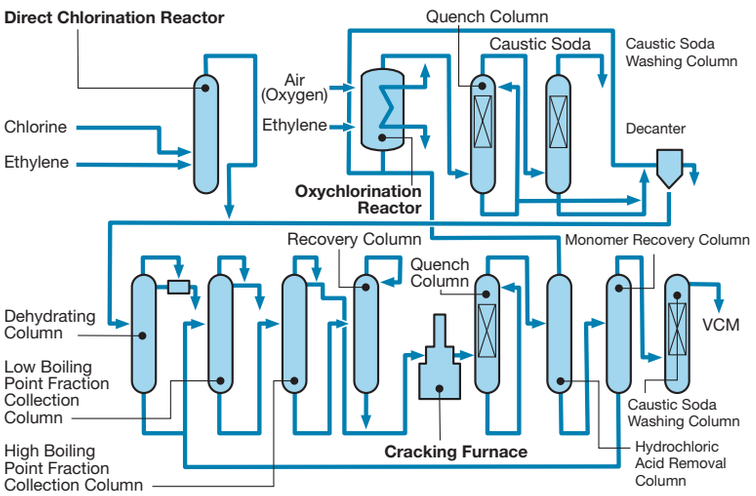
Следует отметить также и более современный процесс, карбонилирование метанола (процесс Монсанто), в котором участвует йод в качестве катализатора – в результате образуется очень коррозийная восстанавливающая среда: поэтому наиболее стойкий к восстанавливающим условиям сплав в отрасли, сплав B-2, используется для реактора, труб и дистилляционных колонн.

До попадания в конечные сегменты ионы йода отделяются от конечных продуктов, делая возможным использование сплавов C-276, 59, G-3, 31, 904L и S31254.

Получение винилхлоридного мономера (ВХМ)

ВХМ – газообразный мономер, прекурсор хорошо известного полимера ПВХ. ВХМ получают из этилена в процессе прямого хлорирования и оксихлорирования, которые обычно комбинируются в рамках одной установки.

В ходе обоих процессов образуется промежуточное соединение ДХЭ (дихлорэтан). Прямое хлорирование – это реакция этилена с хлоридом в присутствии катализатора, в результате которой образуются побочные продукты, ДХЭ и HCl (хлорная кислота). HCl реагирует также с этиленом и кислородом в присутствии катализатора, снова образует ДХЭ после дегидратации. После этого ДХЭ термически растрескивается при 450-550 °C образуя, наконец, ВХМ.



Проблемы с конструкцией связаны с влажной или высокотемпературной коррозией, в зависимости от фазы процесса.

Фаза реакции (оксихлорирование и прямое хлорирование)

Влажность приводит к образованию сильно корродирующей HCl, поэтому используется ряд различных сплавов на базе никеля в разных частях реакторов. Используются сплавы 59 и C-276 для трубных решеток и секции катализа в решении как для полной пластины, так и для наплавленного слоя сварного шва. Трубы внутри реактора должны быть выполнены из сплава 200, сплава 600, или сплава 625. Трубы и фланцы системы транспортировки хлора внутрь реактора могут изготавливаться из сплава 825.

Очистные колонны и теплообменники

Используются для обработки ДХЭ перед пиролизом, подвергаются агрессивной коррозии из-за присутствия HCl. Сильно восстановительная среда и повышенный риск агрессивной питтинговой коррозии могут диктовать выбор сплавов B-2, 600 или сверхаустенитных марок стали.

Термическое растрескивание (450-550°C)

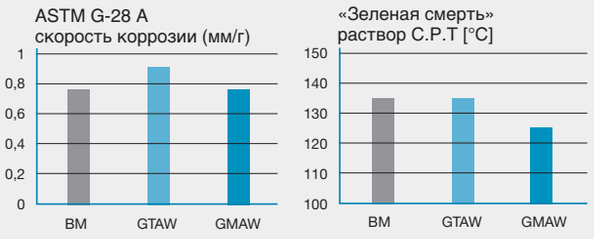
Требуются сплавы, стойкие к воздействию высоких температур с добавками хлора и к карбонизации из-за выделяющихся при горении газов. Сплав 800H соответствует данным условиям.

Сварочное решение для сплава 59: Присадочные металлы Böhler Welding

Поставляемые как SMAW, GTAW, GMAW, эти присадочные металлы образуют металл сварного шва с высокой коррозионной стойкостью ко всем перечисленным выше восстановительным и окислительным средам. Они подходят также для сварки других сплавов на основе никеля (например, C-4, 22, C-276), а также сверхаустенитных классов нержавеющей стали, обеспечивая оптимальные коррозионные характеристики в целом ряде практических задач.

Результаты испытаний: Результаты, полученные в ходе коррозионного теста ASTM G-28 A и «Зеленая смерть», GMAW и GTAW. Защитный газ GMAW: Ar + 30% He + 2% H2 + 0,05% CO_2. GTAW: 100% Ar, (V-образный стык толщиной 16 мм). Размеры образца: 55x22x16 мм.

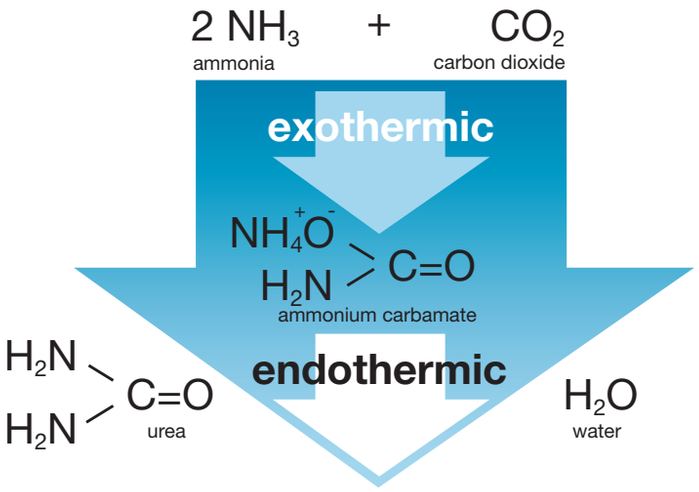
Подробная информация о присадочных материалах и коммерческих названиях приведена в сопровождающей документации к продукции.

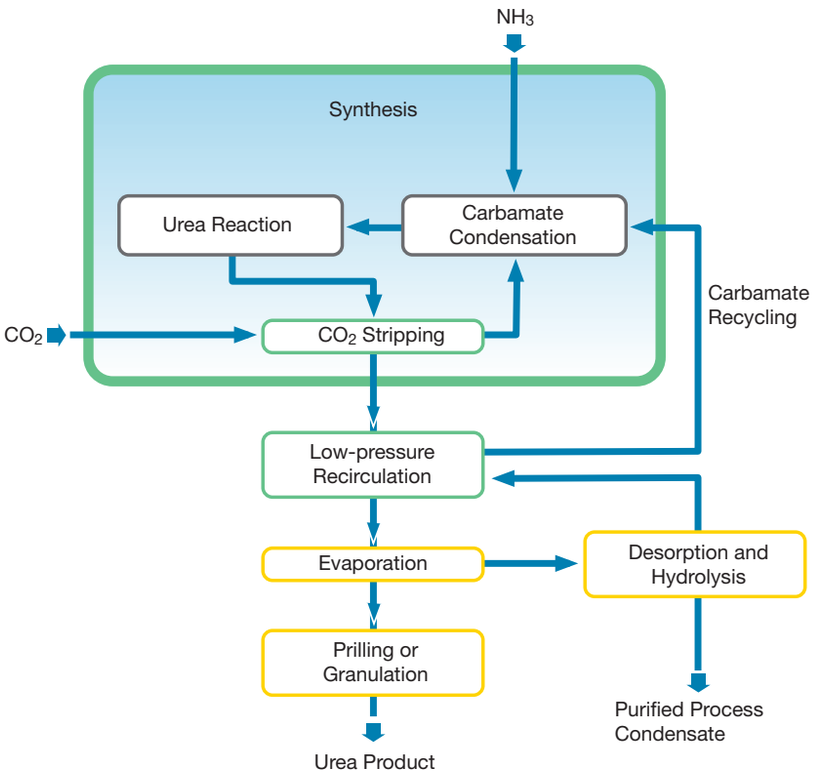


Микрошлиф: WM и BM. Сплав 59, сваренный с присадочным материалом Böhler Welding

Карбамид

Карбамид или мочевина, органическое соединение, получаемое из аммиака, является распространенным во всем мире удобрением. На рисунке показана химическая реакция карбамида, а также процесс получения конечного продукта.





Оборудование высокого давления

В данном параграфе рассматривается секция высокого давления, используемая в данном процессе. Эта секция состоит из реактора, стриппера и конденсатора; их основные функции перечислены ниже:

- В реакторе происходит синтез карбамида.
- Стриппер удаляет пары непрореагировавшего CO_2 и аммиака.
- Конденсатор конденсирует эти пары, образуя карбамат аммиака, который поступает на повторный цикл в реактор.

Давление может быть на уровне 150 бар, а температура – от 180°C до 210°C, в зависимости от оборудования и выбранного процесса.

Сварка оборудования высокого давления для получения аммиака

Базовые и присадочные материалы специальных марок используются для работы с чрезвычайно корродирующим промежуточным продуктом – карбаматом при высоком давлении и температуре. Риски связаны, в первую очередь, с межкристаллитной коррозией и с коррозионным растрескиванием под нагрузкой в условиях очень сильного окисления. Поэтому для испытания материалов обычно используется «тест Хьюи» (кипящий 65% HNO_3). Для достижения повышенной коррозионной стойкости в карбамиде разработаны 2 специальных класса на основе 316L и 310L соответственно:

(724Mod.) 316L UG (UG означает «карбамидный класс»), обычно это низкое содержание C, 18% Cr, 14% Ni, 2,7% Mo, с добавлением азота, характеризуется очень низким содержанием ферритов – максимум 0.6%. Соответствующий металл присадки обычно перелегирован (например, 20% Cr, 16% Ni, 0,18% N) для учета специфических характеристик сварного соединения по сравнению с материалом основы и для обеспечения приемлемых коррозионных характеристик.

S31050/725 LN. Это модифицированный 310L (25% Cr, 22% Ni, 2% Mo, низкое содержание Si с 0,13% N для стабилизации аустенитной фазы). Данный материал рассчитан на самые сложные условия, существующие, например, в стрипперах высокого давления, где рабочая температура достигает наибольших значений; он используется также в конденсаторах и реакторах. Кроме того, для данного класса максимально допустимое содержа-

ние ферритов очень низко (<0,6%), поэтому он может считаться полностью аустенитным. Данный класс не содержит осадка интерметаллических соединений и карбидов, что серьезно улучшает его коррозионную стойкость в растворах карбамида. Более того, специально разработанный дуплекс карбамидного класса, а также цирконий, используются также в соответствии с технологией и спецификациями инженерной компании, разработавшей процесс.
С точки зрения конструкции, корпуса обычно выполняются из слаболегированных классов стали (однослойной или многослойной конструкции).

Затем, корпуса и трубные пластины накладываются или наплавляются слоем сварного шва в тех местах, где поверхности вступают в контакт с рабочей жидкостью. Трубы могут быть как биметаллическими, так и плакированными, либо полностью изготовленными их сплава карбамидного класса.
С точки зрения сварки, особое внимание следует уделять предотвращению нежелательного выпадения осадка интерметаллических соединений, тщательно контролируя параметры сварки и температуру между проходами. По этой причине наиболее применяемыми сварочными процессами для соединения являются GTAW и SMAW, в то время как плакирование ленточным электродом осуществляется при малом токе и скорости перемещения.

Сварочные решения для автоматической под флюсом (SAW) и электрошлаковой (ESW) - наплавки ленточным электродом для применения на оборудовании синтеза карбамида

Результаты испытаний:

Металл основы: углеродистая сталь 0,18% C, 30 мм толщины
Полоса 60x0,5 мм 310Mod. тип (Cr-Ni-Mo 25-22-2, C 0,01, LSi)
Комбинация SAW: 3 слоя со специально разработанным флюсом
Комбинация ESW: 2 слоя со специально разработанным флюсом

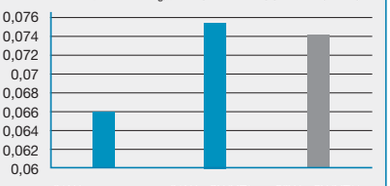
Подробная информация о присадочных металлах и коммерческих названиях приведена в сопровождающей документации к продукции.

	Темп-ра между проходами	B	A	Скорость перемещения (см/мин)
КОМБИНАЦИЯ SAW	< 150 °C	28	750	12
КОМБИНАЦИЯ ESW	< 100 °C	26	1200	16

	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Fe	N
3-СЛОЙНЫЙ SAW	0,025	3,7	0,6	24,5	22,2	2,1	Bal.	0,12
2-СЛОЙНЫЙ SAW	0,030	3,8	0,4	24	22,5	2,0	Bal.	0,15

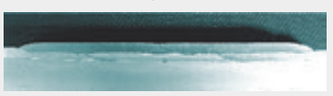
Химический анализ металла сварного шва

ASTM A 262 pract. C «тест Хьюи» (65% кипящего HNO_3), скорость коррозии (мм/г)



* 20 ч при 550°C **Сенсибилизация 30 мин. при 700°C

3-слойная наплавка под флюсом



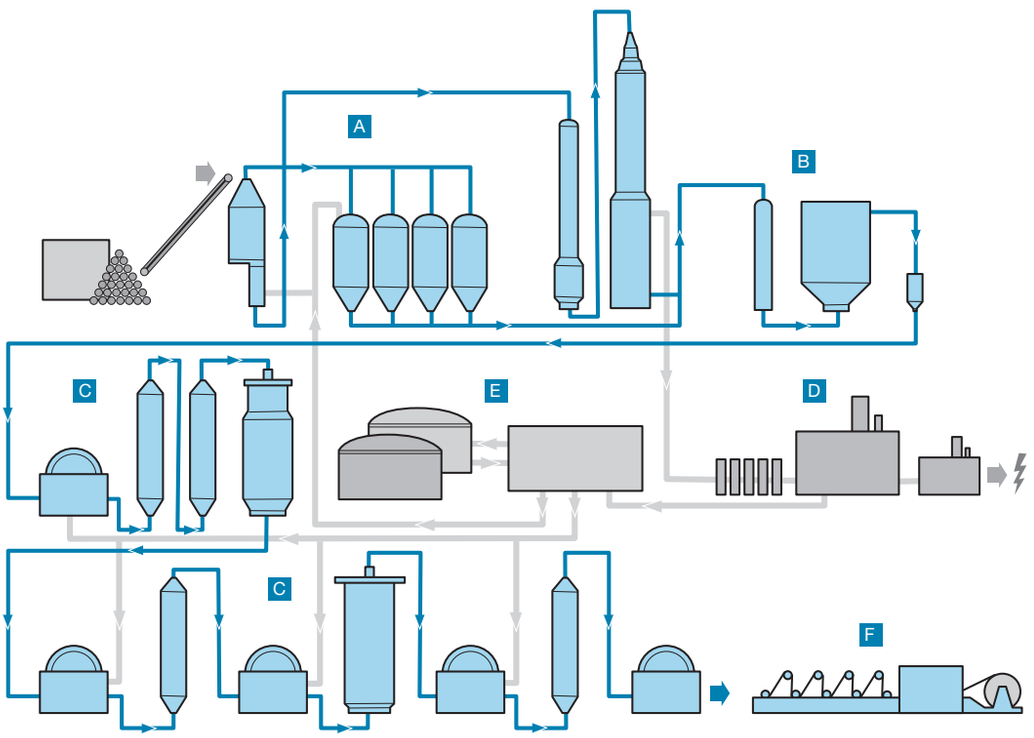
2-слойная электрошлаковая наплавка

Целлюлозно-бумажная продукция

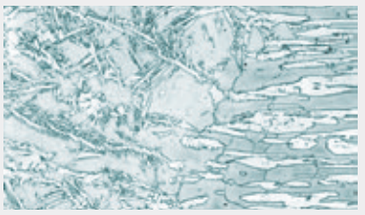
Правильный выбор материалов очень важен в целлюлозно-бумажной промышленности. Правильный выбор позволяет достичь:

- Снижения капитальных затрат
- Уменьшения времени установки
- Улучшения производительности оборудования
- Увеличения коэффициента использования
- Надежности
- Технологической гибкости
- Снижения затрат за срок службы
- Улучшения внешнего вида

Для достижения этих целей привычные давно используемые сплавы часто заменяются новыми классами нержавеющей стали и сплавами на основе никеля с учетом того, что каждый этап производства работает с особыми средами и специфическими проблемами коррозии; поэтому требуются различные материалы. Сварочные присадочные материалы часто являются перелегированными по сравнению с материалом основы, они специально разработаны и химически оптимизированы под определенные требования. Компания voestalpine Böhler Welding разработала, среди прочего, особые сварочные сплавы для сверхаустенитного класса S31254 и для обедненного дуплексного семейства S32101, S82441, S32304. Например, для S31254 был разработан специальный плавящийся электрод для ручной дуговой сварки согласно AWS A5.11:ENiCrMo-12, который позволяет сочетать превосходную коррозионную стойкость в хлоридных средах с низкой чувствительностью к термическому растрескиванию в металле сварного шва. Наконец, порошковые проволоки широко применяются в настоящее время, в особенности для позиционной сварки, а также для работ на объектах, увеличения продуктивности, улучшения внешнего вида сварных швов и облегчения сварки.



Решение для сварки порошковой проволокой (FCAW) для сверх дуплексных сортов стали



Рутиловая порошковая проволока, производимая voestalpine Böhler Welding, позволяет обеспечить характеристики металла сварного шва, полностью соответствующие характеристикам базового материала – крепость, жесткость, стойкость к локализованному растрескиванию и к растрескиванию под нагрузкой. Результаты испытаний: тест коррозии ASTM G48, метод E на поясе трубы, диаметр 168 мм, толщина 7 мм.

Подробная информация о присадочных материалах и коммерческих названиях приведена в сопровождающей документации к продукции.

ID	Температура (°C)	Время воздействия (ч)	Масса до (г)	Масса после (г)	Потеря массы (г)	Поверхность, ширина (мм)	Поверхность, высота (мм)	Поверхность, толщина (мм)	Потеря массы ($г/м_2$)	Скорость коррозии ($г/м_2ч$)
FX101	40	24	96,254	96,254	0	49,4	17,5	12,9	0,0000	0,00000
FX101	40	24	98,292	98,29	0,002	52	17,5	12,9	0,5535	0,02306

A ВАРКА

Основное оборудование – варочные котлы:

- Сульфатный процесс (крафт-процесс)
  Среды: NaOH $Na_2S_2O_3$ NaHS
  Условия: pH 13-14 T=150–180°C P= 10-12 бар

  Материалы: Дуплекс 2205 широко используется и показывает лучшую. стойкость к коррозионному растрескиванию по сравнению с классом 304L. Наилучшие результаты были достигнуты с обедненным дуплексом типов S32101и S32304 благодаря пониженному содержанию молибдена, который портит щелочной раствор. Сорта нержавеющей стали с более высоким содержанием молибдена (например, 316L) не рекомендуется использовать для данного оборудования по указанной причине.

- Сульфит (HSO_3)
  Среды: Na-, Mg- или NH_4-
  Условия: pH 1.5-4 130-170°C 10-12 бар
  Материалы: дуплекс S32205, 904L, 317LMN предпочтительны по сравнению с 317L и 316L

B ПРОМЫВКА И СОРТИРОВКА

Основное оборудование – резервуары для сортировки и продувки

- Среда: хлориды, тиосульфаты, полисульфиды. Их концентрация в последние годы стала больше, что связано с установкой систем замкнутого цикла, позволяющих снижать выбросы. Это приводит к уменьшению проблем с коррозией и эрозией.
- Используются материалы в диапазоне от мягкой стали до 304L, 316L и дуплексных классов S32101/S32304/S32205. Дуплекс может также обеспечить повышение стойкости к истиранию (эрозия, связанная с частицами в целлюлозе).

C ОТБЕЛКА

В процессе отбелки будет использоваться меньше, или даже будут вообще устранены хлор и диоксид хлора, влияя на используемый тип основных и присадочных материалов.

- Полностью бесхлорная (TCF) отбелка
  Основное оборудование – реакторы
  Реактор кислородной делигнификации, ступень «O»
  Условия: T = 110-140°C pH 11-12, материалы: 904L, S31254, C-276
  Пероксидный реактор, стадия «P»
  Условия: T = 80-90°C pH 11-12, материалы: S32101, S32205
- Без использования элементарного хлора (ECF), ступень «D»
  Основное оборудование – промывные устройства, барабанные фильтры
  Среды: диоксид хлора ClO2, условия: T = 70-80°C pH 3,5-4
  Материалы: Сплавы S32750, S31254, S32654, C-276, Ti. В целях экономии сверхдуплекс S32750 часто заменяет сверхаустенитные сорта стали, такие как S31254
- С использованием хлора, ступень «C»
  Основное оборудование – промывные устройства, барабанные фильтры
  Среды: хлор Cl2, условия: T = 20-25°C pH 2, материалы: S32750, S31254

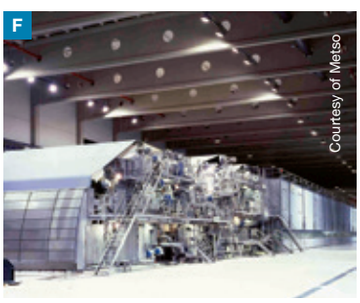
D ХИМИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ (КОТЛЫ-УТИЛИЗАТОРЫ)

Основное оборудование – многоступенчатые испарители

- Повышенные концентрации (75-80%) сухих твердых веществ повышают коррозию, особенно в последнем испарителе
- Используются материалы в диапазоне от углеродистой стали до 304L вплоть до дуплексной S32205 и обедненной дуплексной S32304
- S32205/S32304 продемонстрировали прекрасную коррозионную стойкость и стойкость к коррозионному растрескиванию под напряжением при работе со щелочными растворами (в бойлерах и трубах)

E БАШНИ И БАКИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЩЕЛОКА

Как правило, подходит материал 304L. Тем не менее, имеется тенденция к использованию обедненных дуплексных и дуплексных марок стали, что позволяет улучшить коррозионную стойкость и улучшить весовые характеристики за счет повышенной прочности.



F БУМАЖНАЯ ФАБРИКА

- Имеется тенденция к снижению потребления воды, что приводит к образованию более корродирующей среды
- Для отсасывающих валов требуется как прочность, так и коррозионная стойкость
- Материалы: 316L, S32205, S32304, S32101, 317L, N10622, C-276

Опреснение воды

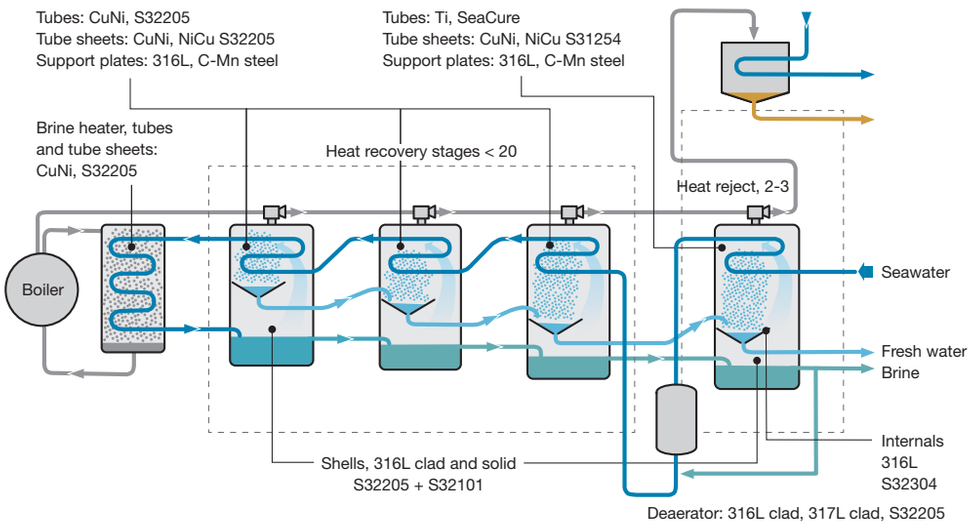
По определению, опреснение воды заключается в снижении количества солей в морской воде с целью получения пресной воды для промышленных, сельскохозяйственных и питьевых нужд.

В настоящее время в промышленности применяются 2 вида опреснения: дистилляция и обратный осмос (ОО). Различают многостадийную флеш-дистилляцию (МФД), многоступенчатую перегонку (МП) и термокомпрессионную дистилляцию. Выбор метода зависит от требуемой производительной мощности и наличия энергетических ресурсов. На самых крупных установках, которые характеризуются высоким энергопотреблением, применяется метод многостадийной флеш-дистилляции, в то время как мембранная технология, применяемая в методе обратного осмоса, позволяет получить значительно меньший объем пресной воды при более высоком энергетическом КПД. Метод многоступенчатой перегонки характеризуется средней производительностью. Основными проблемами опреснительных установок является коррозия питтингового и щелевого типов. Различная концентрация солей на различных этапах процесса опреснения в сочетании с температурой кипения (в установках, применяющих метод дистилляции) обуславливают использование широкого спектра коррозиестойких сплавов. Ниже представлены данные по 3 упомянутым процессам.

Многостадийная флеш-дистилляция

Суть данного процесса заключается в том, что на первой стадии морская вода нагревается до температуры кипения 110-115°C. За счет пониженного давления поддерживается кипение воды на всех стадиях. Вода, получаемая в результате конденсации, на каждой стадии становится более очищенной, и процесс ведется до получения необходимого результата. Вода, полученная таким образом, затем фильтруется и ионизируется. Как видно на схеме, коррозиестойкие сплавы могут варьироваться от 316L, дуплекса и сверхаустенитной стали до CuNi (для труб и трубных пластин), NiCu (сплав 400) трубных пластин, а также титана для труб 1-й стадии с более жесткими условиями эксплуатации (более высокая температура и концентрация солей).

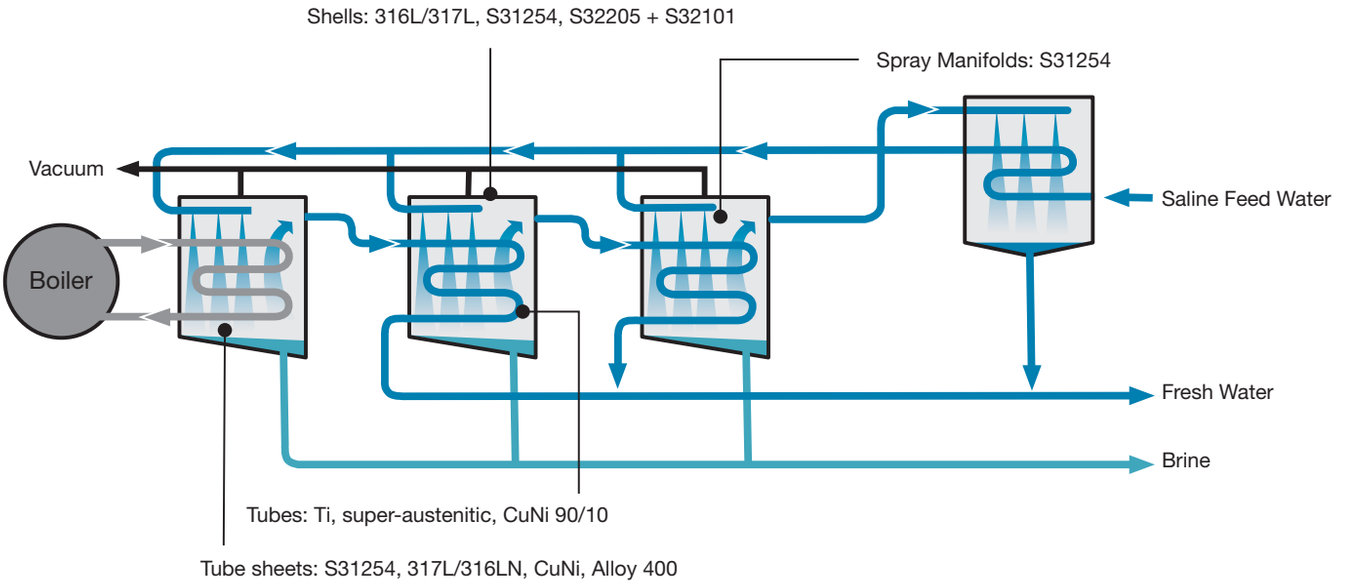
Подбор материалов для МФД



Многоступенчатая перегонка

При МП температура не превышает 55-70°C. Принцип метода схож с МФД, т.е. в условиях вакуума обеспечивается многостадийное кипение. При этом конструкция испарителей и конденсатных труб отличается: в отличие от флеш-системы, здесь испарение достигается за счет стекания пленки на горячие трубы. Благодаря более низким температурам процесса в системе данного типа опасность возникновения коррозии ниже, чем при МФД. Более того, процент твердых отложений (окалина, накипь и т.п.) ниже, что, в свою очередь, обеспечивает меньшее влияние эрозии. Поэтому типология коррозиестойких сплавов аналогична, но рекомендуется применение марок нержавеющей стали.

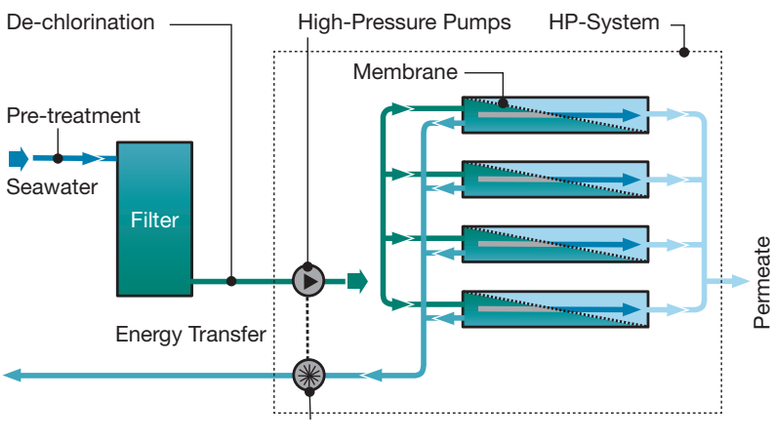
Подбор материалов для МП

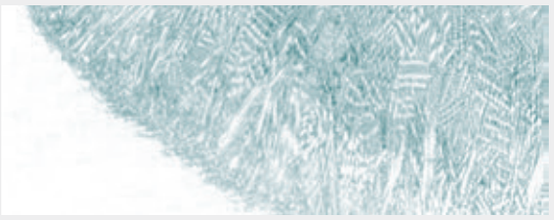


Обратный осмос (ОО)

При ОО процесс протекает при температуре окружающей среды и высоком давлении. Перед подачей в мембранные камеры, где происходит отделение пресной воды от концентрата, вода проходит предварительную очистку и частично подвергается химическому дехлорированию. ОО может проходить в несколько этапов (при высоком и низком давлении). Сварка применяется в меньших по сравнению с дистилляцией объемах, и при этом используется меньше сплавов Cu-Ni и Ni-Cu несмотря на то, что проблема возникновения коррозии питтингового, щелевого и деформационно-индуцированного типов является ключевой. Потребность в прочности в сочетании с коррозионной стойкостью обеспечивает хорошую платформу для внедрения и применения сверхдуплексных сортов стали вместе со сверхаустенитными (трубопроводы высокого давления и секция рекуперации энергии). В менее подверженных коррозии деталях установки (например, для стоек) также применяется сталь серии 300.

Схема ОО





Сварочное решение для сплавов Cu-Ni: присадочные материалы: для ручной сварки покрытыми электродами (SMAW) и сварки неплавящимся электродом в среде защитных газов (GTAW)

Присадочные материалы Böhler Welding CuNi с содержанием никеля 30% устойчивы к воздействию морской воды и могут использоваться для сварки сплавов CuNi (90-10, 80-20, 70-30), а также других сплавов и видов стали. Широко применяются в установках по опреснению морской воды.

Подробная информация о присадочных материалах и коммерческих названиях приведена в сопровождающей документации к продукции.

Пищевые продукты и напитки

Ключевое место в данной отрасли занимают пивоваренные и перегонные заводы, предприятия по переработке пищевых продуктов и складские помещения.
Применение коррозионно-стойких сплавов требуется в следующих видах оборудования:

- Емкости для хранения
- Автоклавы
- Технологические камеры
- Системы трубопроводов
- Мешалки
- Перегонные устройства

Материалы и сварка

Стандартные аустенитные стали 304L и легированные молибденом 316L по-прежнему широко используются и подвергаются сварке, однако все большее распространение получают материалы из более легированных сплавов. В частности, значительное влияние на подбор материала оказывает ужесточение требований в сфере недопущения загрязнения продуктов питания и напитков. Ключевым фактором для повышения коррозийной стойкости также является применение таких видов обработки сварных швов после очистки, как травление и пассивация и/или электрическая полировка. В любом случае, выбор материала осуществляется с учетом типа и серьезности коррозии, наиболее распространенными типами являются питтинговый и щелевой. Краткий перечень материалов для применения в сфере продуктов питания и напитков:

- Хранение органических кислот (уксусная, лимонная, молочная) > 304L
- Молочные продукты > 304L, 316L, S31254 или 926
- Горчица, кетчуп, маринады, патока > 316L, 904L, S31254, 926 или сверхдуплексные сорта
- Сахар > 316L, дуплексные сорта
- Желе > 316L, 904L, S31254, 926 или сверхдуплексные сорта
- Пивоваренная продукция > 304L, дуплексные сорта (для емкостей)
- Безалкогольные напитки > 304L, обедненный дуплекс
- Прочие пищевые продукты > 304L, 316L, обедненный дуплекс

Дуплексные материалы часто выбираются благодаря их стойкости к деформационно-индуцированной коррозии (например, для миксеров) и экономичности, связанной с использованием более тонких стенок. Процесс GTAW (сварки в среде защитных газов вольфрамовым электродом) наиболее широко используется, поскольку он позволяет добиться высококачественных коррозионно-стойких сварных швов с наиболее аккуратной кромкой для тонких пластин и труб. GMAW (дуговой сварки в среде защитных газов плавящимся электродом), SMAW (ручной сварки покрытым электродом) и FCAW (сварка порошковой проволокой) также широко распространены; последний используется в основном для сварки баков.

Фармацевтика

Фармацевтическая промышленность разрабатывает, производит и продает лекарства и фармацевтические препараты, лицензированные для использования в качестве медикаментов. Фармацевтика может быть разделена на 2 основных процесса: биологическая обработка и химический синтез. В качестве основного оборудования для установок биологической обработки следует назвать посуду для разведения культур, фильтры, а также резервуары для уничтожения, в то время как установки химического синтеза широко используют смесители, центрифуги, сушилки и, конечно, баки.

Подбор материалов и сварка

Материалы 304L и 316L доминируют в конструкциях предприятий фармацевтической промышленности, поскольку реагенты обычно не очень агрессивны. Однако следует отметить, что требования к чистоте конечного продукта существенно выросли за последние 20 лет, так что при конструировании и сварке следует уделять этому особое внимание. Согласно действующим нормам, как европейским, так и американским, любая контаминация продукции совершенно недопустима.

Требуемой чистоты можно добиться путем безупречной полировки (травление и, при необходимости, электрополировка, затем пассивирование) и сглаживания поверхности – эти меры помогут предотвратить контаминацию конечной продукции. Качество и внешний вид сварных швов должны быть безупречны, поскольку любая неоднородность может активировать коррозию, особенно в случае, когда сварное соединение находится в контакте с продуктами. По этой причине GTAW является наиболее широко используемым процессом. Кроме того, следует учесть, что в среде обычно присутствует хлорид в кислотном растворе; возможно, характеристики коррозионной стойкости марок нержавеющей стали серии 300 окажутся недостаточными. В этом случае используются сверхаустенитные типы стали, такие как S31254 или сплавы никеля типа C (C-276, 22, 59), – они обеспечивают стойкость к коррозии питтингового и щелевого типа.
Типичное оборудование для фармацевтики также имеет плакированное углеродистой сталью компоненты – например, миксер и смеситель из сплавов никеля типа C (C276, 22, 59), что позволяет оптимизировать показатели стойкости по отношению к деформационно-индуцированной коррозии. В последнее время успешно применяются дуплексные и сверхдуплексные сорта стали.

Наконец, нержавеющая сталь UNS 30.600 с высоким содержанием кремния (4-6%) используется в баках для хранения азотной кислоты (см. «Неорганические вещества»).

Как поддерживать нержавеющую сталь на 100% нержавеющей при использовании в химической промышленности.

Оборудование из нержавеющей стали может быть повреждено после изготовления или в ходе использования, что приводит к большим расходам на борьбу с коррозией. Avesta Finishing Chemicals позволит снизить эти проблемы, сохраняя поверхность на 100% нержавеющей.

Нержавеющая сталь тоже требует ухода

Способность самоустранения дефектов нержавеющей стали

Нержавеющая сталь защищается от коррозии пассивным слоем. Хром, содержащийся в стали, реагирует с кислородом, который находится вокруг поверхности стали, и таким образом формирует этот невидимый слой. Если слой поврежден, он самостоятельно восстанавливается, если поверхность чистая.
Однако на загрязненной поверхности нержавеющей стали осадок блокирует данную реакцию. Соединения хлора могут проникать под осадок, вызывая коррозию и ржавчину. Полная очистка поверхности до самых пор значительно снизит данный риск.

Профилактическое обслуживание

Очистка всегда должна проводиться до того, как поверхность станет очень грязной. Подходящий интервал очистки зависит от внешних условий.

Продукция Avesta и метод очистки

Avesta предлагает полную линейку продуктов, разработанных для восстановления коррозионной стойкости нержавеющей стали, как путем очистки, так и травления и пассивации.

Деятельность компании

Проектирование, Metso закупки, строительство:	ND Engineering (Pty) Ltd, Durban, SA
Владелец:	Sappi Saicor
Проект:	Проект новой линии производства волокна Amakhullu, ЮАР Автоклавы непрерывной работы, 11 штук, 285 м3 + резервуарная станция SO_2 и 2 реактора отбелочных цехов
Основной материал:	Дуплекс 2205, горячекатаный толстый лист толщиной 10-188 мм
Присадочные материалы:	
FCW:	Avesta FCW 2205-2D (AWS A5.22:E2209T0-4/1 EN 17633-A:T 22 9 3 NL R M(C)3) Avesta FCW 2205-PW (AWS A5.22:E2209T1-4/1 EN 17633-A:T 22 9 3 NL P M(C) 1) Avesta FCW P5-2D (AWS A5.22:E309LMoT0-4/1 EN 17633-A: T 23 12 2 L R M (C) 3)
GTAW:	Avesta 2205 (AWS A5.9:ER2209 EN 14343-A:W 22 9 3 NL)
SMAW:	Avesta 2205-3D (AWS A5.4:E2209-17 EN 3581-A:E 22 9 3 NL R 3 2)

Разработка:	CROW
Производитель:	INTECNIAL
Владелец:	METASA
Проект:	Установка рафинирования биодизельного топлива (BSBios), Бразилия
Основной материал:	STM A240 Gr. 304, Gr. 316, ASTM A36
Присадочные материалы:	
FCW:	BÖHLER EAS 2 PW-FD (AWS A5.22:E308LT1-4/1 EN ISO 17633-A: T 19 9 L P M (C) 1) BÖHLER EAS 4 PW-FD (AWS A5.22:E316LT1-4/1 EN ISO 17633-A:T 19 12 3 L P M(C) 1) BÖHLER CN 22/9 PW-FD (AWS A5.22:E2209T1-4/1 EN 17633-A:T 22 9 3 NL P M(C) 1)

Это небольшой список некоторых из наших партнеров (проектирование, закупки, строительство; производители, владельцы)

AgroLinz	Crow	Klabin	Praxair	Sulzer
Alfa Laval	Ellimetal	Linde	Saipem	Technip
Andritz	Fibria	Lurgi	Schoeller-Bleck-	Thyssen Krupp Uhde
Apparatebau	G&G International	Mersen	mann Nitec	Veracel
BASF	Intecnial	Metso	Solvay-Rhodia	Voith
Chema	International Paper	Montcalm	Stora Enso	

В случае отсутствия списка продукции просим обращаться к нам.

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. +39 02 39017 236
Ф. +39 02 39017 246
E. welding.chemical@voestalpine.com

www.voestalpine.com/welding

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.

voestalpine Böhler Welding, 09/2013, RUS, 1000

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
Chemical Industry

T. +39 02 39017 236
F. +39 02 39017 246
E. welding.chemical@voestalpine.com