

06ХН28МДТ и 904L для агрессивных сред.

База знаний ОНИКС

А. ОСКОЛКОВА – контент-маркетолог ООО «ОНИКС»

Российская сталь 06ХН28МДТ и американский сплав AISI 904L являются аналогами. В рамках этой статьи мы познакомимся с их особенностями и характеристиками, сравним химический состав, разберем легирующие элементы и определим их влияние на механические свойства. Описывая ряд особенностей и уникальных характеристик аналоговых сплавов 904L и 06ХН28МДТ, будем указывать два понятия «сплав» или «сталь» для удобства восприятия. В местах, где требуется четкое разделение, полноценное написание сохранится.

06ХН28МДТ или 904L – это супераустенитные высоколегированные нержавеющие стали для работы в суровых условиях агрессивных сред. Высоколегированный химический состав на основе никеля, молибдена и меди обеспечивает хорошую стойкость к агрессивным хлорсодержащим средам, точечной (питтинговой) коррозии, коррозионному растрескиванию под напряжением и обеспечивает общую коррозионную стойкость, жаропрочность и жаростойкость соединениям. Сплавы устойчивы к воздействию хлоридов и морской воде.

Нормативные документы:

- **06ХН28МДТ.** Для производства сварных конструкций, работающих при температуре до 80 °С в агрессивных средах предполагают соответствие химического состава для 06ХН28МДТ по нормам **ГОСТ 5632-2014** или трубы, предназначенные для изготовления трубопроводов и различных конструкций по **ГОСТ 11068-81**.
- **904L.** Имеет широкое разделение: листовой прокат по ASTM A240, поковки для фланцев и фитингов по ASTM A182, кованные фитинги для сварки встык по ASTM A403, бесшовные и сварные трубы по ASTM A312, A358, A213, A249, A269, A270.

В основном, аналоговые сплавы используются при производстве и транспортировке фосфорной кислоты, а также в среде с высокой концентрацией кислоты или газа. Чаще всего сталь используется в химической промышленности в условиях возникновения сильной коррозии.

Среди прочих отраслей можно выделить:

- Нефтяная и нефтехимическая промышленность. Компоненты для устройств нефтеперерабатывающих заводов (например, реакторы);
- Атомная промышленность;
- Электроэнергетика;
- Газовая отрасль (например, для очистки газов);
- Морская отрасль (например, устройства для охлаждения морской воды, конденсаторы, компоненты морских нефтепроводов);
- Целлюлозно-бумажная промышленность;
- Химическая переработка. Заводы по переработке уксусной, фосфорной и серной кислот. Оборудование для хранения и транспортировки серной кислоты (например, теплообменники);
- Сталь 904L также применяют для изготовления наручных часов Rolex.

Химический состав

Наличие подобных химических элементов указывает, что сталь относится к сплаву на железоникелевой основе. Постоянные примеси в стали: марганец, кремний, сера и фосфор. Марганец с кремнием относятся к полезным примесям. А показатели серы и фосфора сведены к минимуму.

Благодаря добавлению **меди** сплав повышает устойчивость к сильным восстановительным кислотам, таким как серная кислота. Имеет повышенную стойкостью к воздействию фосфорной и соляной кислот. На скорость коррозии к серной кислоте существенное влияние оказывает повышенное содержание **никеля** и добавки **молибдена**. Высокая стойкость к коррозионному растрескиванию под напряжением обусловлена наличием в составе большого количества никеля. Введение в сталь никеля способствует улучшению механических свойств, образуя супераустенитную структуру.

Нержавеющая сталь **904L** и **06ХН28МДТ** имеет повышенное содержание **хрома**, который вступает в реакцию с кислородом воздуха, образуя тонкий защитный слой оксида хрома на поверхности сплава. Это качество высоко ценят в морской промышленности, поскольку морская вода непредсказуема (могут произойти резкие колебания температуры, уровня хлоридов, присутствия микроорганизмов или мусора).

Таблица 1.

Сравнение химического состава для российского сплава 06ХН28МДТ (ЭИ943, 0Х23Н28МЗДТ) по ГОСТ 5632-2014 и AISI 904L (UNS N08904, 1.4539).

Стандарт	Углерод	Кремний	Марганец	Фосфор	Сера	Хром	Молибден	Никель	Титан	Медь
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Ti	Cu
06ХН28МДТ	До 0,8%	до 0,8%	До 0,8%	До 0,035%	До 0,020%	22,0–25,0%	2,5–3%	26,0–29,0%	0,5–0,9%	2,5–3,5%
904L	До 0,02%	До 0,7%	До 0,2%	До 0,03%	До 0,01%	19,0–21,0%	4,0–5,0%	24,0–26,0%	–	1,2–2,0%

Таблица 2.
Механические свойства 06ХН28МДТ и 904L при +20°C

Сталь	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/см ²)	Предел прочности σ_b , МПа (кгс/см ²)	Относительное удлинение δ_5 , %	Относительное сужение ψ , %	Твердость по Бринеллю (НВ)	Твердость по Роквеллу (HRB)
06ХН28МДТ (поковки ГОСТ 25054-81)	216 (22)	510 (52)	36/30	40/30	200	—
904L	220	490	35/30	—	150	70-90

Механические свойства

Исследование физико-механических и технологических свойств этой стали показало, что сталь 06ХН28МДТ (AISI 904L) отличается высокой пластичностью, хорошей технологичностью и удовлетворительной свариваемостью при повышенной коррозионной стойкости в некоторых средах по сравнению с 08Х18Н10Т (AISI 321) и 08Х17Н13М2Т (AISI 316Ti) [1].

Чтобы лучше понять преимущество рассматриваемых нержавеющей сплавов, необходимо изучить показатель твердости по Бринеллю (НВ). Металлы с высокими баллами по шкале Бринелля тверже, а это означает, что они будут более прочными и смогут выдержать любые удары в процессе эксплуатации. Низкое содержание углерода обеспечивает хорошую ударную вязкость и прочность как при комнатной температуре, так и при повышенных температурах. Сталь отличается высокой пластичностью, технологичностью и свариваемостью в условиях агрессивных сред.

■ Коррозионная стойкость

Самой важной особенностью нержавеющей сплава является его способность выдерживать постоянное воздействие агрессивных веществ. Рассмотрим подробнее стойкость сплава к некоторым кислотам. Сплав Fe - Cr - Ni показывает отличные механические свойства к муравьиной, соляной, плавиковой и щавелевой кислоте. Не боится воздействий серной кислоты в любой концентрации и может эксплуатироваться при ее постоянном воздействии. Сплав имеет высокие показатели стойкости к азотной кислоте. Обратите внимание, нельзя эксплуатировать при 55% уксусной и фосфорной кислот.

Таблица 3.
Коррозионная стойкость супераустенитной стали 06ХН28МДТ в кислотах [2]

Кислота	Концентрация, %	T, °C	Скорость коррозии, мм/г
Муравьиная	10	T кип.	0,1
Соляная	1–2	20	0,1
	5	20	1,0
Плавиковая	5	20	1,0
Щавелевая	10–50	T кип.	1,0

Таблица 4.
Скорость коррозии коррозионно-стойкой в смеси серной кислоты H₂SO₄ и азотной кислоты HNO₃ для 06ХН28МДТ [2]

Сталь	T, °C	S, мм/г при соотношении % H ₂ SO ₄ / HNO ₃					
		10/1	10/5	30/1	30/5	50/1	50/5
06ХН28МДТ	22	0,20	0,003	0,001	0,001	0,004	0,001
	25	0,01	0,005	0,006	0,006	0,003	0,002

Подведем итог и еще раз зафиксируем ключевые преимущества стали 06ХН28МДТ и 904L:

- Высокая стойкость к коррозионным процессам в агрессивных средах. Сплав является кислотостойким и работает при высоких температурах до 80°C, исключая 55%-ю уксусную и фосфорную кислоту;
- Сплав жаропрочный. Рекомендуемая температура применения для фланцев от -196°C до 400°C;
- Отличается высокой пластичностью;
- Обладает свариваемостью без ограничений.

Нержавеющие стали 904L и 06ХН28МДТ обладают большей долговечностью, что делает их более эффективными и менее затратными с течением времени (несмотря на более высокую начальную стоимость). Если вы ищете вариант из нержавеющей стали, который будет выдерживать суровые условия и при этом обеспечивать превосходную долговечность, вам прекрасно подойдут 904L и 06ХН28МДТ.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Коррозионностойкие стали и сплавы: учебное пособие / В. В. Березовская, А. В. Березовский. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2019. 122 с.
- [2] Томашов, Н. Д. Теория коррозии и коррозионностойкие конструкционные сплавы: учебное пособие для вузов / Н. Д. Томашов, Г. П. Чернова. Москва: Металлургия, 1993. 416 с.

База знаний ОНИКС



Как разобраться в механических свойствах?

Твердость определяют через пластическую деформацию металла путем вдавливания в испытуемый образец индентора благодаря трем методам: Бринелля, Роквелла или Виккерса. Наведите ваш мобильный телефон на QR-код и перейдите к тематическому видео из рубрики «Анатомия стали», чтобы изучить оставшиеся механические свойства.



ООО «ОНИКС»
199004, Санкт-Петербург, Средний пр. В. О., д. 4, корп. Б
тел. 8 800 555-38-83
e-mail: info@onyxspb.ru
onyxspb.ru