

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°C 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.

Таблица 1.

Сравнение химического состава для российского сплава 06ХН28МДТ (ЭИ943, 0Х23Н28МЗД3Т) 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%

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

Сталь	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/см ²)	Предел прочности $\sigma_{в}$, 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