

Сталь 03X9K14H6M3Д имеет более однородную мартенситную структуру. Ее применяют для изготовления высоконагруженных деталей, в том числе таких деталей уплотнительных узлов арматуры, как седла клапанов, а также элементов турбодетандеров (валиков, подпятников, лопаток), где требуется сочетание, высокой твердости и эрозионной стойкости.

Сталь 03X14K14H4M3 является сталью переходного класса и содержит до 20 – 30 % остаточного аустенита, благодаря чему высокий уровень вязкости $KCV > 50$ Дж/см² сохраняется до температуры 77 К. Эта сталь широко используется в ракетно-космической технике для изготовления тонколистовых конструкций сложной конфигурации и деталей арматуры, работающих при температуре до 77 К (золотники, втулки, штоки, опоры, стаканы, клапаны, тарелки и др.).

Недостатками сталей 03X9K14H6M3Д и ЭП 03X14K14H4M3 являются повышенное содержание дорогого и дефицитного кобальта, а также ограничение нижнего предела применения температурой 77 К.

Современная авиакосмическая техника требует расширения диапазона применения высокопрочных сталей до температуры кипения жидкого водорода 20 К. С этой целью, разработана новая высокопрочная мартенситно-стареющая коррозионностойкая экономнолегированная кобальтом сталь 03X12H7K6M4Б. После термической обработки (закалка от 1000°С, обработка холодом при –70°С, старение при температуре 520°С в течение 5 ч) сталь 03X12H7K6M4Б имеет следующие механические свойства:

	290 К	20 К
$\sigma_{в}$, МПа	1300	1900
$\sigma_{0,2}$, МПа	1200	1700
δ_5 , %	15	11
KCV , Дж/см ²	40	30

Эта сталь рекомендована для изготовления емкостей высокого давления, для хранения и транспортировки жидкого водорода.

УДК 621.357.75

Легирование никелем коррозионностойких сталей

Магистрантка Гарнашевич Ю.А., студентка гр.104512 Пиляева А.А.
 Научные руководители – Стефанович А.В., Борисов С.В.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Никелю как легирующему элементу в коррозионностойких сталях принадлежит важная роль. Вода, водные растворы солей практически не оказывают коррозионного воздействия на никель. Кроме того введение никеля в стали повышает сопротивление коррозии действию серной и фосфорной кислот, щелочей.

Введение никеля в хромистые стали сказывается на структуре данных сталей, так как никель является аустенитообразующим элементом. Повышение содержания никеля в сталях с 18% хрома переводит данные стали из ферритного или мартенситного класса в аустенитный. На основе тройной системы железо-хром-никель было разработано большое количество аустенитных коррозионностойких сталей, которые нашли широкое применение в промышленности. Обычно данные стали содержат до 0,12% углерода, 17-19% хрома, 8-12% никеля и дополнительно легированы титаном или ниобием для устранения межкристаллитной коррозии. Данные стали обладают высокой коррозионной стойкостью в растворах солей,

щелочей, органических кислот. Однако в более агрессивных средах стали содержащие 17-19% хрома, 8-12% никеля не обладают высокой коррозионной стойкостью.

Для повышения стойкости стали в неокислительных средах в качестве легирующих элементов вводят такие элементы, которые сами по себе являются более устойчивыми в этих средах, чем железо и хром. К таким элементам следует отнести хром, никель, медь, молибден и кремний.

Отмечается, что коррозионная стойкость заметно увеличивается при введении в сталь 13,5% никеля и резко повышается при 27% -ном его содержании. Данные количества никеля соответствуют легированию сплавов 1/8 и 2/8 атомных процентов в сплаве, что соответствует правилу Таммана при легировании коррозионностойких сплавов.

На рисунке 1 представлены данные по скорости коррозии железоникелевых сплавов в растворах серной кислоты.

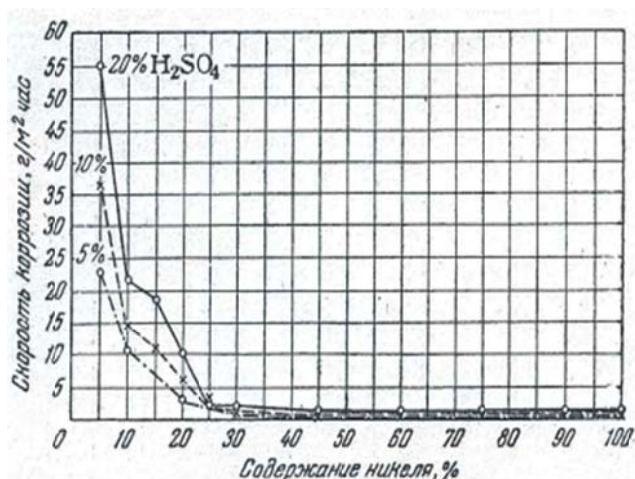


Рисунок 1 – Скорость коррозии железоникелевых сплавов в растворах серной кислоты 5,10 и 20%-ной концентрации при 60 °C

Существенное снижение скорости коррозии происходит в сплавах при содержании никеля более 15%, а при содержании никеля более 25 – 27% скорость коррозии практически равна нулю.

В таблице 1 представлен химический состав промышленных хромоникелевых сталей, обладающих высокой коррозионной стойкостью.

Таблица 1 – Химический состав стали высокой коррозионной стойкости (ГОСТ 7350 – 77)

Марка стали	Химический состав, % масс						
	C	Cr	Ni	Mo	Cu	Mn	Si
08X17H13M2T	<0,08	16-18	12-14	2-3	-	<0,2	<0,8
10X17H13M2T	<0,1	16-18	12-14	2-3	-	<0,2	<0,8
08X17H15M3T	<0,08	16-18	14-16	3-4	-	<0,2	<0,8
10X18H28M3	<0,1	17-19	27-29	2,5-3,5	3,5-4,5	<0,1	<0,1
06X23H28MДТ	<0,06	22-25	26-29	2,5-3	2,5-3	<0,8	<0,1

Легирование данных сталей осуществлялось в соответствии с правилом Таммана, согласно которому наблюдается скачкообразное повышение коррозионной стойкости при наличии коррозионноустойчивых атомов в сплаве равной $n/8$, где n – целое число (1, 2, 3).

Для хрома скачкообразное повышение коррозионной стойкости происходит при 11,8% масс ($n=1$), 23,7 % масс ($n=2$), 35,5% масс ($n=3$).

При легировании никелем скачкообразное повышение коррозионной стойкости происходит при введении в сплав 13,5% масс ($n=1$), 27% масс ($n=2$).

Так содержание коррозионностойких элементов в сталях 08X17H13M2T, 08X17H15M3T соответствуют содержанию атомов хрома и никеля в сплаве по 1/8, 10X18H28M3Д3 соответствует содержанию атомов хрома в сплаве 1/8, а атомов никеля – 2/8; 06X23H28MДТ соответствует содержанию атомов хрома и никеля в сплаве по 2/8. Стали содержащие 16 - 18% хрома и 13 - 15% никеля обладают высокой коррозионной стойкостью в фосфорной, муравьиной уксусной кислот и при синтезе мочевины. Повышение содержания хрома и никеля в стали делает хромоникелевые стали стойкими в серной кислоте при повышенных температурах. Так сталь 06X23H28MДТ является стойкой в кипящей серной кислоте. Благоприятное влияние на повышение коррозионной стойкости хромоникелевых сталей оказывает введение в данные стали меди в количестве 3,5 - 4,5% и молибдена в количестве 2 – 3,5%. Так хромоникелевые стали дополнительно легированные мелью и молибденом имеют повышенную стойкость в сернокислотных растворах (рисунок 2).

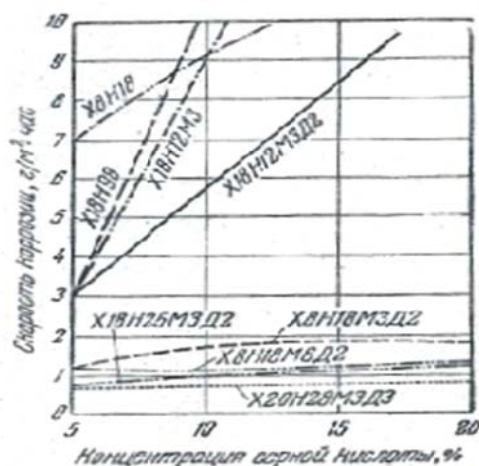


Рисунок 2 – Скорость коррозии сталей различных марок в растворе кипящей серной кислоты

УДК 669.13

Общие сведения о 3D-принтерах и виды 3D-печати

Студент гр.10401113 Кисин М.В.

Научный руководитель – Вейник В.А.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Относительно недавно на прилавках магазинов техники появились 3D-принтеры, и сейчас уже никого не удивит печатью при помощи такой технологии. Если еще недавно принтер казался чем-то фантастическим, то теперь многие производители стараются выпустить такой принтер, чтобы побороться за место под солнцем со своими прямыми конкурентами. В настоящее время все большую популярность приобретает не массовое, а именно мелкосерийное производство. И наряду с этим повышается спрос на устройства, которые используются для создания прототипов.