



НЕРЖАВЕЮЩИЕ СТАЛИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Турахаджаев Нодир Джохонгирович¹, Каландаров Нарузбек Олимбаевич², Баракаев Фахриддин Нажмиддинович³

¹д.т.н, профессор;

им. И.А.Каримов Ташкентский государственный технический университет,²докторант,³ассистент Бухарский инженерно-технологический институт

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5776845>

ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Принято: 01 декабря 2021 г.

Утверждено: 05 декабря 2021 г.

Опубликовано: 10 декабря 2021 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

нержавеющая сталь, жаропрочные, коррозионная стойкость, сложнолегированные сплавы, легирование, мартеновскую, электросталеплавильную, кислородно-конвертерную, легирующим компонентом

Нержавеющая сталь отличается от углеродистой по содержанию хрома. Незащищённая углеродистая сталь сразу ржавеет под воздействием воздуха и влаги. Эта плёнка оксида железа (ржавчины) активна и ускоряет коррозию, облегчая создание большего количества оксида железа. Поскольку оксид железа имеет более низкую плотность, чем сталь, слой расширяется и имеет тенденцию отслаиваться и опадать. В то же время нержавеющие стали содержат достаточно хрома для пассивирования, создавая на поверхности инертный слой оксида хрома. Этот слой предотвращает

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлена информация о нержавеющей стали и их производстве, а также о процессе термической обработки нержавеющей сталей, методах обработки легирующими материалами и технических требованиях.

дальнейшую коррозию, блокируя диффузию кислорода к поверхности стали, и останавливает распространение коррозии по большей части металла. Пассивация происходит только при достаточно высоком содержании хрома и при наличии в нём кислорода.

При выборе химического состава коррозионностойкого сплава руководствуются так называемым правилом: если к металлу, неустойчивому к коррозии (например, к железу) добавлять металл, образующий с ним твёрдый раствор и устойчивый против коррозии (к примеру хром), то



защитное действие проявляется скачкообразно при введении моль второго металла (коррозионная стойкость возрастает не пропорционально количеству легирующего компонента, а скачкообразно). Основным легирующим элементом нержавеющей стали [хром](#) Cr (12-20 %); помимо хрома, нержавеющая сталь содержит элементы, сопутствующие [железу](#) в его сплавах ([C](#), [Si](#), [Mn](#), [S](#), [P](#)), а также элементы, вводимые в сталь для придания ей необходимых физико-механических свойств и коррозионной стойкости ([Ni](#), [Mn](#), [Ti](#), [Nb](#), [Co](#), [Mo](#)).

[Сопrotивление нержавеющей стали коррозии](#) напрямую зависит от содержания хрома: при его содержании 13 % и выше сплавы являются нержавеющими в обычных условиях и в слабоагрессивных средах, более 17 %-коррозионностойкими и в более агрессивных окислительных и других средах, в частности, в [азотной кислоте](#) крепостью до 50 %.

Причина коррозионной стойкости нержавеющей стали объясняется, главным образом, тем, что на поверхности хромсодержащей детали, контактирующей с агрессивной средой, образуется тонкая плёнка нерастворимых окислов, при этом большое значение имеет состояние поверхности материала, отсутствие внутренних напряжений и кристаллических дефектов.

В сильных кислотах ([серной](#), [соляной](#), [фосфорной](#) и их смесях) применяют сложнелегированные сплавы с высоким содержанием Ni и присадками Mo, [Cu](#) и Si.

Повышенная атмосферная коррозионностойкость стали достигается, как правило, целенаправленным изменением её химического состава. Считается, что наиболее эффективно повышают сопротивление строительных сталей атмосферной коррозии небольшие добавки никеля, хрома и, особенно, фосфора и меди. Так, легирование медью в пределах 0,2-0,4 % повышает на 20-30 % стойкость против коррозии открытых конструкций в промышленной атмосфере.

По химическому составу нержавеющие стали делятся на:

- [Хромистые](#), которые, в свою очередь, по структуре делятся на;
- [Мартенситные](#);
- Полуферритные (мартенисто-ферритные);
- [Ферритные](#);
- Хромоникелевые;
- [Аустенитные](#)
- Аустенитно-ферритные
- Аустенитно-мартенситные
- Аустенитно-карбидные
- Хромомарганцевоникелевые (классификация совпадает с хромо-никелевыми нержавеющими сталями).

Различают аустенитные нержавеющие стали, склонные к межкристаллитной коррозии, и стабилизированные - с добавками [Ti](#) и [Nb](#). Значительное уменьшение склонности нержавеющей стали к межкристаллитной коррозии достигается снижением содержания [углерода](#) (до 0,03 %).

Нержавеющие стали, склонные к межкристаллитной коррозии, после



сварки, как правило, подвергаются термической обработке.

Широкое распространение получили сплавы железа и никеля, в которых за счёт никеля аустенитная структура железа стабилизируется, а сплав превращается в слабо-магнитный материал.

Основным сырьем в производстве нержавеющей стали служит чугуны, а также стальной металлолом. На первом этапе из чугуна варят обычную сталь, содержащую в структуре определенное количество углерода. На следующем этапе добавляют особые (легирующие) компоненты. Это может быть хром, никель, марганец, кремний. В состав включают как один элемент, так и несколько. Но основным легирующим компонентом является хром. От его количества зависит устойчивость нержавеющей стали к коррозии. Легирующие элементы также вводятся в сталь в виде сплавов с железом.

Существует три технологии получения этого материала. Различают:

- мартеновскую;
- электросталеплавильную;
- кислородно-конвертерную.

Суть мартеновского способа - плавка чугуна с использованием отражательной печи. Применяются большие температуры, получаемые от сжигания различных видов топлива. Непрерывный рабочий цикл мартеновской печи от загрузки сырья до выпуска расплавленного металла составляет от восьми до шестнадцати часов.

Второй метод предполагает получение нержавеющей стали из металлолома, который переплавляют в электродуговой печи. Затем материал

обрабатывают в аргоно-кислородном конвертере, где снижается содержание углерода в нем. Завершающий этап проходит в агрегате вакуумной дегазации, в котором в материал включают легирующие добавки. Сталь, полученная при помощи такой технологии, считается наиболее качественной.

При кислородно-конвертерной технологии происходит продувка кислорода под давлением через расплавленный чугун. Конвертер - специальная емкость, похожая на грушу, выполненная из стали и выложенная внутри огнеупорным кирпичом. Этот способ наиболее универсален, позволяет получать разнообразные виды легированной стали. Время плавки занимает от 35 минут до часа. Эта технология отличается наиболее высокой производительностью.

Нержавеющие стали делят на три группы:

- коррозионностойкие стали - от них требуется стойкость к коррозии в несложных промышленных и бытовых условиях (из них можно изготавливать детали оборудования для нефтегазовой, легкой, машиностроительной промышленности, хирургические инструменты, бытовую нержавеющую посуду и тару);

- жаростойкие стали - от них требуется жаростойкость - то есть стойкость к коррозии при высоких температурах в сильно агрессивных средах (например, на химических заводах);

- жаропрочные стали - от них требуется жаропрочность - то есть



хорошая механическая прочность при высоких температурах.

Для получения нержавеющей стали применяются три основных способа: мартеновский, кислородно-конвертерный и электросталеплавильный.

- Мартеновский метод основывается на применении специальной печи, в которой чугун плавится на протяжении нескольких часов. Во время такого плавления возможно попутно добавлять различные примеси.

- Кислородно-конвертерный способ более распространен, производство нержавеющей стали заключается в выплавке чугуна в грушеобразном сосуде с применением горячих воздушных потоков, которые воздействуют на наполнитель.

- При электросталеплавильной технологии чугун разогревается посредством электрических печей.

Независимо от способа производства нержавеющей стали особое внимание уделяется фазе охлаждения стали, ведь именно на этом этапе металл приобретает свои эксплуатационные характеристики.

По окончании всех работ по получению нержавеющей стали, готовый материал задействуют для производства изделий различного назначения. Стальные нержавеющие детали применимы как в бытовых целях, так и в производственных операциях и оборудовании. Например, нержавеющий лист задействуют в строительных целях, для отделки зданий и внутренних помещений, при изготовлении декоративных конструкций, в приборостроении, для организации систем вентиляции и т. п.

Наибольшим спросом среди многообразия нержавеющей стали пользуются:

- электросварные нержавеющие трубы;
- квадратные трубы;
- стальные пруты;
- отводы на основе стали;
- рулоны;
- отбойники;
- несущие части сооружений;
- резервуары для хранения и технологических операций;

инструменты и приспособления для пищевой промышленности (пищевая нержавеющая сталь).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 5632-2014/
2. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие. Часть 1. Материаловедение. Стандарт третьего поколения / В.М. Александров. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2015. – 327 с.
3. Гуляев А.П., Гуляев А.А. Металловедение: Учебник для вузов. 7-е изд., перераб. и доп. М.: ИД Альянс, 2011. – 644 с.



4. Арзамасов В.Б. Материаловедение: учебник для студентов высших учебных заведений / В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин. – М.: Издательство «Экзамен», 2009. – 350 с.
5. Солнцев Ю.П., Пряхин У.И. Материаловедение: Учебник для вузов. Химиздат, 2007. – 784 с.
6. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Мухин Г.Г., Рыжов Н.М., Силаева В.И. Материаловедение: Учебник для вузов. МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2008. – 648 с.
7. Стерин И.С. Машиностроительные материалы. Основы металловедения и термической обработки / Учебное пособие. – СПб.: Политехника, 2003. – 344 с.
8. Богодухов С.И. Курс материаловедения в вопросах и ответах: Учеб. Пособие для ВУЗов. – М.: Машиностроение, 2003. – 255 с.
9. Колесник П.А., Кланица В.С. Материаловедение на автомобильном транспорте. Учебник для ВУЗов. АСАДЕМА. Москва, 2005.