Тема 4.4
Специальные конструкционные стали

<u>Специальные стали</u> - это высоколегированные (свыше 18%) стали, обладающие особыми свойствами - коррозионной стойкостью, жаростойкостью, жаропрочностью, износостойкостью и др.

1) ***<u>Коррозионностойкие стали.</u>*** Коррозионностойкой (или нержавеющей) называют сталь, обладающую высокой химической стойкостью в агрессивных средах. Коррозионностойкие стали получают легированием низко- и среднеуглероднстых сталей хромом, никелем, титаном, алюминием, марганцем. Антикоррозионные свойства сталям придают введением в них большого количества хрома или хрома и никеля. Наибольшее распространение получили хромистые и хромоникелевые стали.

Хромистые стали более дешевые, однако хромоникелевые обладают большей коррозионной стойкостью. Содержание хрома в нержавеющей стали должно быть не менее 12% (табл. 4.4.1). При меньшем количестве хрома сталь не способна сопротивляться коррозии, так как ее электродный потенциал становится отрицательным.

Наибольшая коррозионная стойкость сталей достигается после соответствующей термической и механической обработки. Так, для стали 12Х13 лучшая коррозионная стойкость достигается после закалки в масле (1000-1100°С), отпуска (700-750°С) и полировки. Эта сталь устойчива в слабоагрессивных средах (вода, пар). Сталь 40Х13 применяют после закалки в масле с температурой 1000-1050°С и отпуска (180-200°С) со шлифованной и полированной поверхностью. После термической обработки эта сталь обладает высокой твердостью (HRC 52-55).

Табл. 4.4.1 Химический состав (%) некоторых нержавеющих сталей

Марка (ГОСТ 5632-72)	Класс	Элементы			Прочие элементы
		C	Cr	Ni	
12Х13	Мартенситно-ферритный	0,09-0,15	12-14	—	—
40Х13	Мартенситный	0,36-0,45	12-14	—	—
12Х17	Ферритный	≤0,12	16-18	—	—
08Х17Т	То же	≤0,08	16-18	—	5 C-0,8 Ti
12Х18Н9	Аустенитный	≤0,12	17-19	8-10	—
12Х18Н9Т	То же	≤0,12	17-19	8-9,5	5 C-0,8 Ti
04Х18Н10	»	≤0,04	17-19	9-11	—
10Х14Г14Н3	»	0,09-0,14	12,5-14	2,8-3,5	13-15 Mn
09Х15Н8Ю	Аустенитно-мартенситный	≤0,09	14-16	7-9,4	0,7-1,3 Al
08Х21Н6М2Т	Аустенитно-ферритный	≤0,08	20-22	5,5-6,5	1,8-2,5 Mo 0,2-0,4 Ti

OSVARKA.INFO

Более коррозионностойка (в кислотных средах) сталь 12Х17. Для изготовления сварных конструкций эта сталь не рекомендуется в связи с тем, что при нагреве ее выше 900-950°С и быстрого охлаждения (при сварке) происходит обеднение периферийной зоны зерен хромом (ниже 12%). Это объясняется выделением карбидов хрома по границам зерен, что приводит к межкристаллитной коррозии. Межкристаллитная коррозия - особый, очень опасный вид коррозионного разрушения металла по границам аустенитных зерен, когда электрохимический потенциал пограничных участков аустенитных зерен понижается вследствие обеднения хромом и при наличии коррозионной среды границы зерен становятся анодами

Для предотвращения этого вида коррозии применяют сталь, легированную титаном 08Х17Т. Сталь 08Х17Т применяют для тех же целей, что и сталь 12Х17, а также и для изготовления сварных конструкций.

Хромоникелевые стали содержат большое количество хрома и никеля, мало углерода и относятся к аустенитному классу. Для получения однофазной структуры аустенита сталь (например, 12Х18Н9) закаливают в воде при температуре 1100-1150°С; при этом достигается наиболее высокая коррозионная стойкость при сравнительно невысокой прочности. Для повышения прочности сталь подвергают холодной пластической деформации и применяют в виде холоднокатаного листа и ленты для изготовления различных деталей.

Сталь 12Х18Н9 склонна, как и хромистая сталь ферритного класса, к межкристаллитной коррозии при нагреве. Причины возникновения межкристаллитной коррозии те же – обеднение периферийной зоны зерен хромом (ниже 12%) вследствие выделения из аустенита карбидов хрома. Для предотвращении межкристаллитной коррозии сталь легируют титаном, например сталь 12Х18Н9Т, или снижают содержание углерода, например сталь 04Х18Н10.

Хромоникелевые нержавеющие стали аустенитного класса имеют большую коррозионную стойкость, чем хромистые стали, их широко применяют в химической, нефтяной и пищевой промышленности, в автомобилестроении, транспортном машиностроении в строительстве.

Для экономии дорогостоящего никеля его частично заменяют марганцем. Например, сталь 10Х14Г14Н3 рекомендуется как заменитель стали 12Х18Н9.

Сталь аустенитно-мартенситного класса 09Х15Н8Ю применяют для тяжелонагруженных деталей. Сталь аустенитно-ферритного класса 08Х21Н6М2Т'применяют для изготовления деталей и сварных конструкций, работающих в средах повышенной агрессивности - уксуснокислых, сернокислых, фосфорнокислых.

Разработаны марки высоколегированных сталей на основе сложной системы Fe-Cr-Ni-Mo-Cu-C. Коррозионная стойкость хромоникельмолибденомедистых сталей в некоторых агрессивных средах очень велика. Например, в 80%-ных растворах серной кислоты. Такие стали широко используют в химической, пищевой, автомобильной и других отраслях промышленности.

Жаростойкие стали. При высоких температурах металлы и сплавы вступают во взаимодействие с окружающей газовой средой, что вызывает газовую коррозию (окисление) и разрушение материала. Для изготовления конструкций и деталей, работающих в условиях повышенной температуры (400-900°С) и окисления в газовой среде, применяют специальные жаростойкие стали. Под *жаростойкостью* (или окалиностойкостью) принято понимать способность материала противостоять коррозионному разрушению под действием воздуха или других газовых сред при высоких температурах.

К жаростойким относят стали, содержащие алюминий, хром (рис. 28), кремний (табл. 4.4.2). Такие стали не образуют окалины при высоких температурах. Например, хромистая сталь, содержащая 30% Сг, устойчива до 1200° С. Введение небольших добавок алюминия резко повышает жаростойкость хромистых сталей (рис. 29). Стойкость таких материалов при высоких температурах объясняется образованием на их поверхности плотных защитных пленок, состоящих в основном из оксидов легирующих элементов (хрома, алюминия, кремния). Область применения жаростойких сталей - изготовление различных деталей нагревательных устройств и энергетических установок.

Жаропрочные стали. Некоторые детали машин (двигателей внутреннего сгорания, паровых и газовых турбин, металлургического оборудования и т. п.) длительное время работают при больших нагрузках и высоких температурах (500-1000°С). Для изготовления таких деталей применяют специальные жаропрочные стали. Под *жаропрочностью* принято понимать способность материала выдерживать механические нагрузки без существенных деформаций при высоких температурах. К числу жаропрочных относят стали, содержащие хром, кремний, молибден, никель и др. Они сохраняют свои прочностные свойства при нагреве до 650°С и более Из таких сталей изготовляют греющие элементы теплообменной аппаратуры, детали котлов, впускные и выпускные клапаны автомобильных и тракторных двигателей (Табл. 4.4.2). В зависимости от назначения различают клапанные, котлотурбинные, газотурбинные стали, а также сплавы с высокой жаропрочностью.

Марка (ГОСТ 5632-72)	Рабочая температура, °С, не более	Назначение
Коррозионностойкие		
12Х13 20Х13	450	Лопатки гидротурбин, компрессоров, клапанов и арматура для химической промышленности, предметы домашнего обихода
30Х13	450	Валы, болты, шестерни, пружины, работающие в условиях коррозионной среды и больших напряжений
40Х13	–	Шарикоподшипники, пружины, режущий хирургический и бытовой инструмент
04Х18Н10 12Х18Н10Т	600	Конструкции и детали, изготовляемые сваркой и штамповкой в машиностроении и химической промышленности
Жаростойкие		
40Х9С2	850	Клапаны двигателей внутреннего сгорания
08Х17Т	900	Детали, работающие в среде топочных газов с повышенным содержанием серы
36Х18Н25С2	1100	Сопловые аппараты и жаровые турбины газотурбинных установок
Жаропрочные		
46Х14Н14В2М	800-900	Клапаны двигателей внутреннего сгорания большой мощности
08Х16Н13М2Б	600-700	Лопатки газовых турбин

OSVARKA.INFO

Износостойкие стали. Для изготовления деталей машин, работающих в условиях трения, применяют специальные износостойкие стали - шарикоподшипниковые, графитизированные и высокомарганцовистые.

Шарикоподшипниковые стали (ШХ6, ШХ9, ШХ15) применяют для изготовления шариков и роликов подшипников. По химическому составу (ГОСТ 801-60) и структуре эти стали относятся к классу инструментальных сталей. Они содержат около 1% Си 0,6-1,5% Сг. Для деталей размером до 10 мм применяют сталь ШХ6 (1,05-1,15% С и 0,4-0,7% Сг), а для деталей размером более 18 мм – сталь ШХ15 (0,95-1,05% С и 1,3-1,65% Сг). Термическая обработка шарикоподшипниковых сталей с небольшим содержанием хрома заключается в закалке и низком отпуске (до 200°С), в результате чего обеспечивается твердость HRG 60-66.

Графитизированную сталь (высокоуглеродистую, содержащую 1,5-2% С и до 2% Сг) используют для изготовления поршневых колец, поршней, коленчатых валов и других фасонных отливок, работающих в условиях трения. Графитизированная сталь содержит в структуре ферритоцементитную смесь и графит. Количество графита может значительно меняться в зависимости от режима термической обработки и содержания углерода. Графитизированная сталь после закалки сочетает свойства закаленной стали и серого чугуна. Графит в такой стали играет роль смазки.

Высокомарганцовистую сталь Г13Л, содержащую 1,2% С и 13% Мп, применяют для изготовления железнодорожных крестовин, звеньев гусениц и т. п. Эта сталь обладает максимальной износостойкостью, когда имеет однофазную структуру аустенита, что обеспечивается закалкой (1000-1100°С) при охлаждении на воздухе. Закаленная сталь имеет низкую твердость (НВ 200), после сильного наклепа ее твердость повышается до НВ 600.

Чебоксарский
Электромеханический
Колледж