

AISI 304

Обозначение по международным стандартам

Международный стандарт	Американский ASTM A240	Европейский EN 10088-2	Российский ГОСТ 5632-72
------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------

08X18H10

Обозначение марки	AISI 304	1.4301
-------------------	----------	--------

12X18H9

Применяемые стандарты и одобрения

AMS 5513

ASTM A 240

ASTM A 666

Классификация

сталь коррозионно-стойкая жаропрочная

Применение

- Предметы домашнего обихода
- Раковины
- Каркасы для металлоконструкций в строительной промышленности
- Кухонная утварь и оборудование для общепита
- Молочное оборудование, пивоварение
- Сварные конструкции
- Резервуары судовые и наземные танкеры для продовольствия, напитков и некоторых химических веществ

Обычно производители стали разделяют марку на три основных класса (сорта) по способности к волочению:

- **AISI 304** - Основной сорт
- **AISI 304 DDQ** (Normal and deep drawing) - Сорт глубокой вытяжки
- **AISI 304 DDS** (Extra deep drawing) - Сорт особо глубокой вытяжки

Основные характеристики

- хорошее общее сопротивление коррозии
- хорошая пластичность
- превосходная свариваемость

Химический состав (% к массе)

стандарт	марка	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
ASTM A240	AISI 304	≤0.080	≤0.75	≤2.0	≤0.045	≤0.030	18.00 - 20.00	8.00 - 10.50

Механические свойства

AISI 304	Сопротивлени е на разрыв (σ_b), Н/мм ²	Предел текучести($\sigma_{0,2}$), Н/мм ²	Предел текучести($\sigma_{1,0}$), Н/мм ²	Относительно е удлинение (σ), %	Твердост ь по Бринелл ю (НВ)	Твердост ь по Роквеллу (HRB)
В соответстви и с EN 10088-2	≥520	≥210	≥250	≥45	-	-
В соответстви и с ASTM A 240	≥515	≥205	-	≥40	202	85

Механические свойства при высоких температурах

Все эти значения относятся к только **AISI 304**.

Физические свойства

Физические свойства	Условные обозначения	Единица измерения	Температура	Значение
Плотность	d	-	4°C	7.93
Температура плавления		°C		1450
Удельная теплоемкость	c	J/kg.K	20°C	500
Тепловое расширение	k	W/m.K	20°C	15
Средний коэффициент теплового расширения	α	10 ⁻⁶ .K ⁻¹	0-100°C 0-200°C	17.5 18

Физические свойства	Условные обозначения	Единица измерения	Температура	Значение
Электрическое удельное сопротивление	ρ	$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	20°C	0.80
Магнитная проницаемость	μ	в 0.80 kA/m DC или в/ч AC	20°C μ μ разряж.возд.	1.02
Модуль упругости	E	МПа $\times 10^3$	20°C	200

Сопротивление коррозии

304-е стали имеют хорошее сопротивление к общим коррозионным средам, но не рекомендованы там, где есть риск межкристаллитной коррозии. Они хорошо приспособлены для эксплуатации в пресной воде и городской и сельской среде. Во всех случаях необходима регулярная очистка внешних поверхностей для сохранения их первоначального состояния.

304-е стали имеют хорошее сопротивление различным кислотам:

- фосфорной кислоте во всех концентрациях при температуре окружающей среды,
- азотной кислоте до 65 % при температуре 20°C - 50°C,
- муравьиной и молочной кислоте при комнатной температуре,
- уксусной кислоте при температуре 20°C - 50°C.

Их рекомендуют для производства оборудования, контактирующего с холодными или горячими пищевыми продуктами: вино, пиво, молоко (кисломолочные продукты), спирт, натуральные плодовые соки, сиропы, патока, и т.д.

Кислотные среды

Температура, °C	20						80					
Концентрация, % к массе	10	20	40	60	80	100	10	20	40	60	80	100
Серная кислота	2	2	2	2	1	0	2	2	2	2	2	2
Азотная кислота	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2
Фосфорная кислота	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	2
Муравьиная кислота	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0

Код: 0 = высокая степень защиты - Скорость коррозии менее чем 100мкм/год

1 = частичная защита - Скорость коррозии от 100 до 1000мкм/год

2 = нет защиты - Скорость коррозии более чем 1000мкм/год

Атмосферные воздействия

Сравнение **304-й** марки с другими металлами в различных окружающих средах (Скорость коррозии рассчитана при 10-летнем воздействии).

Окружающая среда	Скорость коррозии (мкм/год)		
	AISI 304	Алюминий-3S	Углеродистая сталь
Сельская	0.0025	0.025	5.8
Морская	0.0076	0.432	34.0
Индустриальная Морская	0.0076	0.686	46.2

Устойчивость к коррозии в кипящих химикалиях

Кипящая среда	Состояние металла	Скорость коррозии (мм/год)
20%-ая уксусная кислота	Обычный металл	<0.01
	Сваренный	0.03
45%-ая муравьиная кислота	Обычный металл	1.4
	Сваренный	1.3
10%-ая сульфаминовая кислота	Обычный металл	3.7
	Сваренный	3.7
1%-ая соляная кислота	Обычный металл	2.5
	Сваренный	2.8
20%-ая фосфорная кислота	Обычный металл	<0.03
	Сваренный	<0.03
65%-ая азотная кислота	Обычный металл	0.2
	Сваренный	0.2
10%-ая серная кислота	Обычный металл	11.3
	Сваренный	12.5

Кипящая среда	Состояние металла	Скорость коррозии (мм/год)
50%-ая гидроокись натрия	Обычный металл	3.0
	Сваренный	3.3

Причиной незащищенности аустенитных нержавеющей сталей в диапазоне температур 425°C - 820°C является осаждение карбидов хрома на границах зерен. Такие стали "сенсibiliзируются" и становятся подверженными межкристаллитной коррозии в агрессивных окружающих средах. Содержание углерода в марке AISI 304 может вызвать сенсibiliзацию от теплового режима в местах сварных швов и зонах их термического влияния.

Тест на МКК (Межкристаллитную коррозию)

ASTM A 262 Оценочные испытания	Состояние металла	Скорость коррозии (мм/год)
Practice B (Метод B) (гептагидрат сульфата железа - Серная кислота)	Обычный	0.5
	Сваренный	0.6
Practice E (Метод E) (пентагидрат сульфата меди - Серная кислота)	Обычный	Без трещин на изгибе
	Сваренный	Незначительные трещины на сварном шве (недопустимо)
Practice A (Метод A) (Травление щавелевой кислотой)	Обычный	Ступенчатая структура
	Сваренный	Глубокое растрескивание (недопустимо)

Сварка

- Сталь легко свариваемая.
- После сварки термическая обработка не требуется.
- Сварные швы должны быть механически или химически очищены от окалины, затем пассивированы.

Формовка

Сталь марки **AISI 304**, являясь чрезвычайно прочной, упругой и пластичной, с легкостью находит множество применений. Типичные действия включают изгиб, формирование контура, волочение, ротационную вытяжку и т.д. В процессе формовки можно использовать те же машины и, чаще всего, те же инструменты, что и для углеродистой стали, но здесь требуется на 50-100% больше силы. Это связано с высокой степенью упрочнения при формовке аустенитной стали, что в некоторых случаях является отрицательным фактором.

Дополнительно производятся сорта **AISI 304 DDQ** и **AISI 304 DDS** для глубокой и особо глубокой вытяжки.

О формовке с растяжением

В процессе формовки с растяжением заготовку подвергают «торможению» во время вытяжки. Стенки становятся более тонкими, и во избежание разрывов стали желательно предусмотреть свойства повышенного упрочнения при формовке.

Степень растяжения определяется эриксоновским испытанием на вытяжку (деформация производится до начала утончения стенок).

Число Эриксона

(Характеристика обрабатываемости листового металла давлением)

AISI 430	8.7 мм
AISI 304	11.8 мм

Тесты на Глубокую вытяжку

При чистой глубокой вытяжке на прессе заготовку не подвергают «торможению», а материалу дают свободно течь в инструментах. На практике такое бывает очень редко. Например, при вытяжке хозяйственной посуды всегда присутствует также элемент формовки с растяжением.

Характеристики листового материала при глубокой вытяжке описываются предельным коэффициентом вытяжки - LDR (отношение наибольшего возможного диаметра образца до момента разрыва к диаметру пресса) и пределом фестонообразования (при формовочном тесте – относительный размер образующихся язычков).

Испытание на выдавливание по Эриксену

LDR*

(При толщине образца 0.8 мм и диаметре пресса равном 20 мм)

AISI 430	2.05 мм
AISI 304	2.0 мм

*Limiting drawing ratio - предельный коэффициент вытяжки

Оценка фестонообразования

Фестонообразование

(Относительный размер образующихся язычков)

AISI 430 5-7%

AISI 304 3-5%

Гибка

Приближенные пределы изгиба:

- $s < 3\text{мм} \rightarrow \text{мин } r = 0$
- $3\text{мм} < s < 6\text{мм} \rightarrow \text{мин } r = \frac{1}{2} s, \text{ угол } 180^\circ$
- $6\text{мм} < s < 12\text{мм} \rightarrow \text{мин } r = \frac{1}{2} s, \text{ угол } 90^\circ$

Обратное распрямление больше, чем у углеродистой стали, ввиду чего «перегибать следует, соответственно, больше». При загибе обычного прямого угла на 90° получаем следующие показатели по выправлению:

- $r = s$ обратное распрямление около 2°
- $r = 6s$ обратное распрямление около 4°
- $r = 20s$ обратное распрямление около 15°

Для аустенитной нержавеющей стали (в т.ч. **AISI 304**) минимальный рекомендуемый радиус изгиба составляет $r = 2s$, где s - толщина листа.

Обработка

Отжиг

Диапазон температуры отжига $1050^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$ сопровождается последующим быстрым охлаждением на воздухе или в воде. Лучшее сопротивление коррозии достигается при отжиге на уровне 1070°C и быстром охлаждении. После отжига необходимо травление и пассивирование.

Отпуск

Для **AISI 304L** - $450-600^\circ\text{C}$ в течение одного часа с небольшим риском сенситизации. Для **AISI 304** должна использоваться более низкая температура отпуска - максимум 400°C .

Любая горячая обработка должна сопровождаться отжигом.

Следует обращать особое внимание на следующий факт: для нержавеющей стали для однородного прогрева требуется время, в 2 раза превышающее время для той же самой толщины углеродистой стали.

Травление (очистка поверхности)

- Смесь азотной кислоты и фтористоводородной/плавиковой кислоты (10 % HNO_3 + 2% HF) при комнатной температуре или 60°C
- Серно-азотная кислотная смесь (10 % H_2SO_4 + 0.5 % HNO_3) при 60°C
- Паста для очистки от окалины в зоне сварки

Пассивация

- 20-25 % раствор HNO_3 при 20°C
- Пассивирующие пасты для зоны сварки