

AISI 304

EN 1.4301

Европейское обозначение (1)

X5CrNi18-10

1.4301

Американское обозначение (2) AISI 304

Отечественные аналоги

08X18H10, 12X18H9

(1) В соответствии с NF EN 10088-2

(2) В соответствии с ASTM A 240

Дифференциация марки 304

При производстве стали могут быть заданы следующие особые свойства, что предопределяет ее применение или дальнейшую обработку:

- Улучшенная свариваемость
- Глубокая вытяжка, Ротационная вытяжка -
- Формовка растяжением -Повышенная прочность,
- Нагартовка -Жаростойкость С, Ti (углерод, титан) -
- Механическая обработка

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

Химический состав

(% к массе)

| стандарт | марка | C | Si | Mn | P | S | Cr | Ni |
|------------|--------|--------|-------|------|--------|--------|---------------|--------------|
| EN 10088-2 | 1.4301 | <0,070 | <1,0 | <2,0 | <0,045 | <0,015 | 17,00 - 19,50 | 8,00 - 10,50 |
| ASTM A240 | 304 | <0,080 | <0,75 | <2,0 | <0,045 | <0,030 | 18,00 - 20,00 | 8,00 - 10,50 |

Основные Характеристики

Главные особенности **304**:

- хорошее общее сопротивление коррозии
- хорошая пластичность
- превосходная свариваемость
- хорошая полируемость
- хорошая способность к волочению для DDQ и DDS сортов

304L - аустенитная нержавеющая сталь с хорошей холодной формовкостью, сопротивлением коррозии, прочностью и хорошими механическими свойствами.

Она имеет более низкое содержание углерода по сравнению с 304, что улучшает ее сопротивление межкристаллитной коррозии в сварных швах и зонах медленного охлаждения.

Типичное 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.

Применяемые стандарты и одобрения

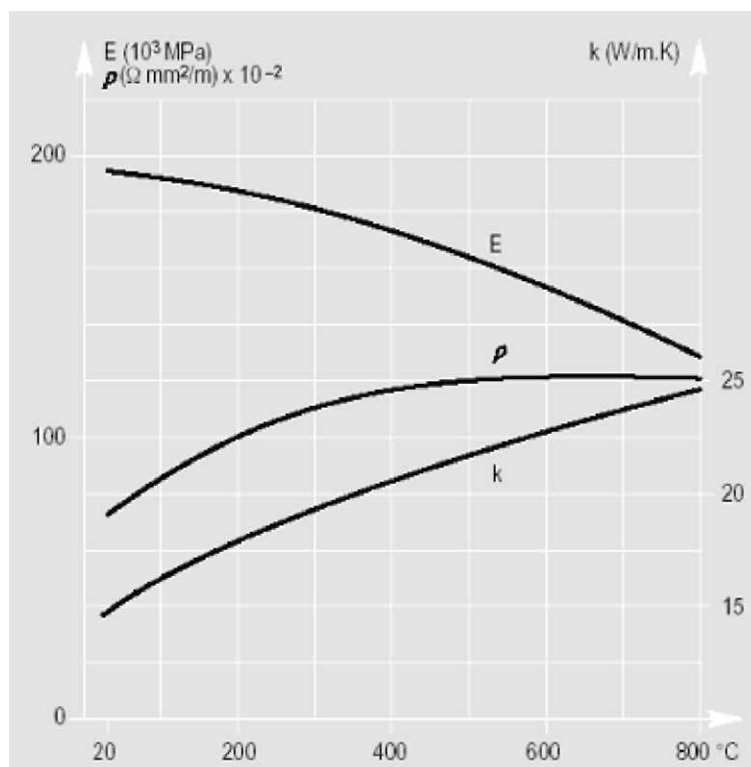
AMS 5513 ASTM

A 240 ASTM A

666

Физические свойства

| | | | | |
|--|---|--------------------------------|--------------------------|---------|
| 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 | 20C | 15 |
| Средний коэффициент теплового расширения | a | $10^{-6}.K^{-1}$ | 0-100°C 0-200°C | 17.5 18 |
| Электрическое удельное сопротивление | P | Омм ² /м | 20°C | 0.80 |
| Магнитная проницаемость | M | в 0.8 kA/m DC или в/ч AC | 20°C М М разряж.возд, | 1.02 |
| Модуль упругости | E | МПа x 10 ³ | 20°C | 200 |
| Коэффициент поперечного сжатия: 0.30 | | | | |

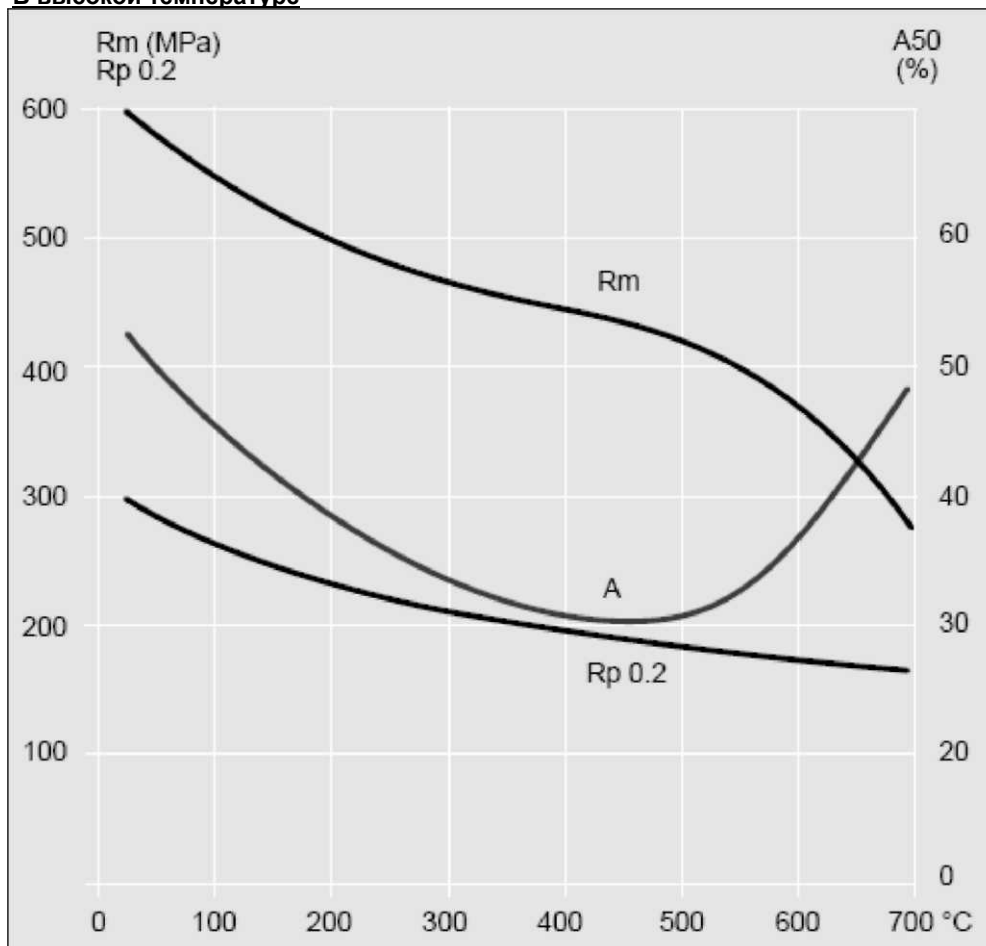


Механические свойства
(величины для поперечного испытания на растяжение)

В отожженном состоянии

| | Rm⁽¹⁾ (MPa) | Rp 0.2⁽²⁾ (MPa) | Rp 1.0⁽³⁾ (MPa) | A⁽⁴⁾ (%) | HRB⁽⁵⁾ |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 MPa = 1 N/mm² | | | 1.4301 | | |
| В соотв. NF EN 10088-2 Холоднокат + обжиг | 520-750 | >210 | >250 | >45 | |
| В соотв. ASTM A 240 и ASME SA-240 | >515 | >205 | | >40 | 92 |
| Типичные значения | 600 | 300 | 330 | 55 | 85 |

- (1) **Rm** - Ultimate Tensile Strength (UTS) - Предел прочности на разрыв
 (2),(3) **Rp** - Yield Strength (YS) - Предел текучести (0.2 % и 1.0%)
 (4) **A** - Elongation (EI) - Удлинение
 (5) **HRB** - Твердость по Бринеллю

В высокой температуре

Все эти значения относятся к **только 304**. Для 304L значения не приводятся, потому что её прочность заметно уменьшается выше 425 °C.

Предел прочности при повышенных температурах

| Температура (°C) | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
|--|-----|-----|-----|-----|------|
| Rm | 380 | 270 | 170 | 90 | 50 |
| Предел прочности (при растяжении), N/mm ² | | | | | |

Характеристика ползучести

типичные величины (MPa)

Средние напряжения до разрыва (MPa) для различных временных интервалов в зависимости от температуры.

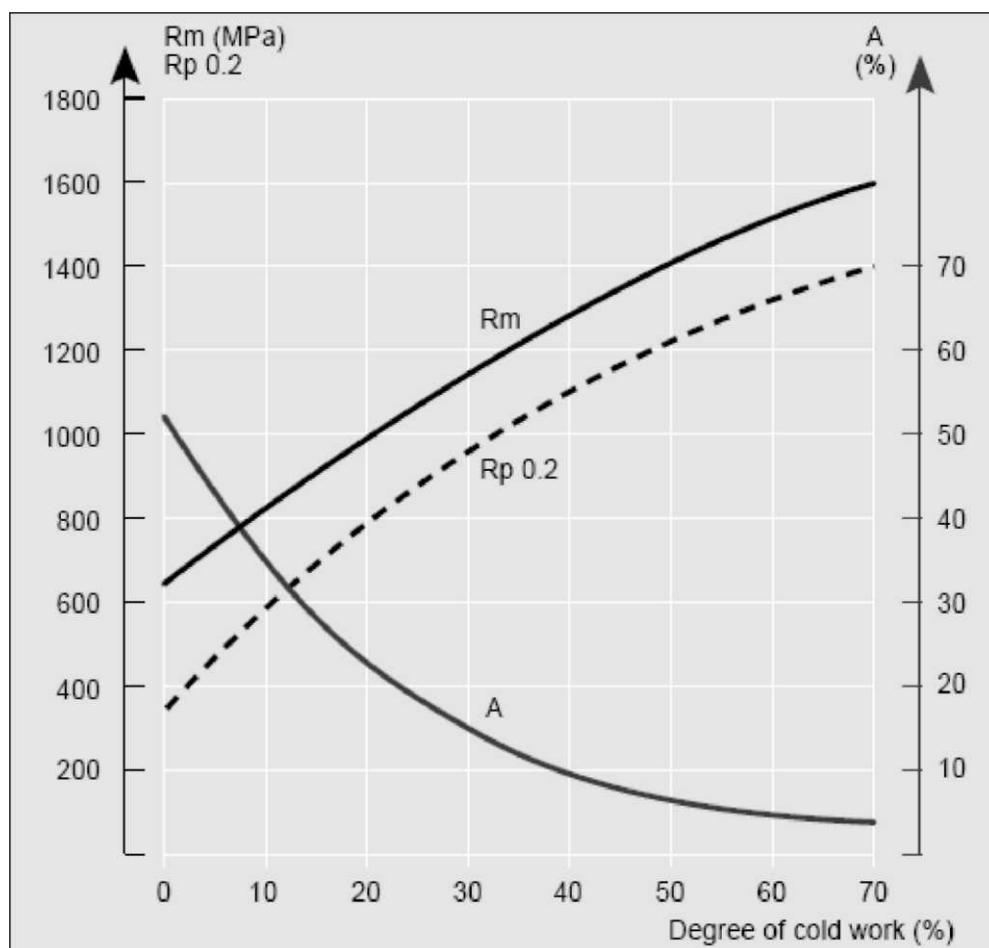
| Температура (°C) | 100 часов | 10 000 часов | 100 000 часов |
|------------------|-----------|--------------|---------------|
| 550 | 240 | 185 | 135 |
| 600 | 185 | 130 | 90 |
| 650 | 125 | 85 | 55 |

Максимум, рекомендованных Температур Обслуживания

(Температура образования окислы)

| | |
|-------------------------|-------|
| непрерывное воздействие | 925°C |
| прерывистые воздействия | 850°C |

Эффект холодной обработки



Свойства в низких Температурах (304 / 304L)

| Температура | °C | -78 | -161 | -196 |
|--|-------------------|----------|-----------|-----------|
| Rm Предел прочности (при растяжении) | N/mm ² | 1100/950 | 1450/1200 | 1600/1350 |
| Rp 0.2 Предел текучести (0.2% пластичная деформация) | N/mm ² | 300/180 | 380/220 | 400/220 |
| <small>Ударная вязкость</small> | J | 180/175 | 160/160 | 155/150 |

Коррозиестойчивость

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

304 сорта имеют хорошее сопротивление различным кислотам:

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

Их рекомендуют для использования при контакте с холодными или горячими пищевыми продуктами, такими как вино, пиво, молоко (кисломолочные продукты), спирт, натуральные фруктовые соки, сиропы, патока, и т.д.

Кислотные среды

| Температура, °C | 20 | | | | | | 80 | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|
| | 10 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 10 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Концентрация, % к массе | | | | | | | | | | | | |
| 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

1 = частичная защита

2 = нет защиты

- Скорость коррозии менее чем 100 $\mu\text{г}/\text{год}$

- Скорость коррозии от 100 до 1000 $\mu\text{г}/\text{год}$

- Скорость коррозии более чем 1000 $\mu\text{г}/\text{год}$

Атмосферные воздействия

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

| Окружающая среда | Скорость коррозии (лп/год) | | |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|
| | 304 | Алюминий ^А | углеродистая сталь |
| Сельская | 0.0025 | 0.025 | 5.8 |
| Морская | 0.0076 | 0.432 | 34.0 |
| Индустриальная Морская | 0.0076 | 0.686 | 46.2 |

Сварка

Свариваемость - очень хорошая, легко свариваемая.

| Сварочный процесс | Толщина материала | Сварочный материал | | | Защитная среда |
|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|--|
| | | Толщина | Вид | | |
| | | | Электрод | Проволока | |
| TIG | <1,5mm | >0.5mm | ER 308 L(Si) ER 347 L(Si) | ER 308 L (Si) ER 347 (Si) | <ul style="list-style-type: none"> • Аргон • Аргон + 30% Гелия • Аргон + 2-5% Водорода |
| PLASMA | <1.5mm | >0.5mm | ER 310 | ER 308 L (Si) ER 347 (Si) | <ul style="list-style-type: none"> • Аргон • Аргон + 5% Водород • Аргон + Гелий • Аргон + 2% CO2 |
| MIG | | >0.8mm | | ER 308 l(Si) ER 347 (Si) | <ul style="list-style-type: none"> ••• Аргон + 2 % O2 • Аргон + 3% CO2 + 1% H2 • Аргон + Гелий |
| S.A.W. | | >2mm | | ER 308 L ER 347 | |
| Электроды | | Ремонт | E 308 E 308L E 347 | | |
| Лазер | <5mm | | | | Гелий. Иногда Аргон, Азот |

Нет необходимости в термической обработке после сварки.
Однако где есть риск МКК, отжиг должен быть выполнен при 1050-1100°C.

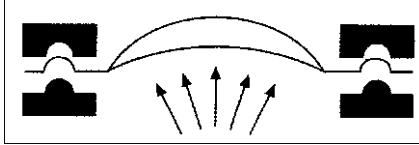
18-9 L - низкоуглеродистый сорт или 18-10 T - стабилизированный сорт предпочтительнее в этом случае.

Сварные швы должны быть механически или химически очищены от окалины, затем пассивируемы.

Формовка

304 / 304L являясь чрезвычайно прочной, упругой и пластичной, с легкостью находит множество применений. Типичные действия включают изгиб, формирование контура, волочение, ротационная вытяжка 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 50100% больше силы. Это связано с высокой степенью упрочнения при формовке аустенитной стали, что в некоторых случаях является отрицательным фактором. Дополнительно производится сорта 304 **DDQ** и 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).

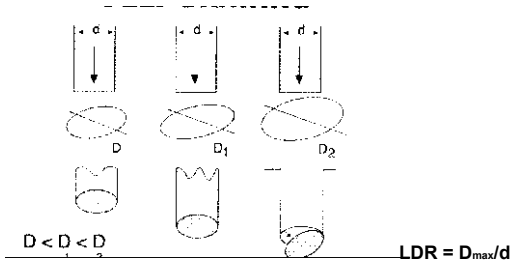
| число Эриксона (характеристика обрабатываемости листового металла давлением) | |
|---|---------|
| AISI 430 | 8.7 mm |
| AISI 304 | 11.8 mm |

Тесты на Глубокую вытяжку

При чистой глубокой вытяжке на прессе заготовку не подвергают «торможению», а материалу дают свободно течь в инструментах. На практике такое имеет место 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).

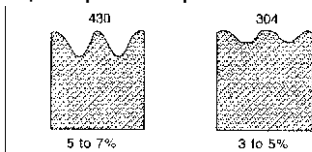
Испытание на выдавливание по Эриксену



| LDR* | и диаметре пресса равном 20мм (При толщине образца 0.8 мм) |
|----------|---|
| AISI 430 | 2.05 |
| AISI 304 | 2.0 |

* 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:

- $s < 3\text{мм}$ — мин $r = 0$
- $3\text{мм} < s < 6\text{мм}$ — мин $r = \% s$, угол 180°
- $6\text{мм} < s < 12\text{мм}$ — мин $r = \% s$, угол 90°

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 ок. 2°

$r = 6s$ обратное распрямление ок. 4°

$r = 20s$ обратное распрямление ок. 15°

Для аустенитной нержавеющей стали (в т.ч. 304) минимальный рекомендуемый радиус гибки составляет $r = 2s$.

где s - толщина листа
 r - радиус изгиба

Термообработка

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 получено, когда отжиг при 1070°C ., и быстром охлаждении. После отжига необходимо травление и пассивирование.

Отпуск

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

Интервал ковки

Начальная температура: $1150 - 1260^\circ\text{C}$.

Конечная температура: $900 - 925^\circ\text{C}$.

Любая горячая обработка должна сопровождаться отжигом.

Обратите внимание: Для нержавеющей стали для однородного прогрева требуется время в 2 раза превышающее время для той же самой толщины углеродистой стали.

Травление

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.

Возможные альтернативные замены марки 304

| Grade | Why it might be chosen instead of 304 |
|-------|--|
| 301L | A higher work hardening rate grade is required for certain roll formed or stretch formed components. |
| 302HQ | Lower work hardening rate is needed for cold forging of screws, bolts and rivets. |
| 303 | Higher machinability needed, and the lower corrosion resistance, formability and weldability are acceptable. |
| 316 | Higher resistance to pitting and crevice corrosion is required, in chloride environments |
| 321 | Better resistance to temperatures of around $600-900^\circ\text{C}$ is needed...321 has higher hot strength. |
| 3CR12 | A lower cost is required, and the reduced corrosion resistance and resulting discolouration are acceptable. |
| 430 | A lower cost is required, and the reduced corrosion resistance and fabrication characteristics are acceptable. |