

“Нержавеющая” реальность

Мы твердо убеждены, что нержавеющая сталь является «металлом XXI века». Ее широкое применение во многих отраслях промышленности — залог успешного экономического развития.

Специалисты компании «Инокстрейд» изучили все существенные характеристики этого ценного металла, его силу и стойкость. На сегодняшний день мы стали значимой российской компанией, занимающейся реализацией нержавеющей стали и изделий из нее.

Европейская величина

Компанию «Инокстрейд» можно представить как планету во вселенной нержавеющей стали. И, как планета, мы имеем свои спутники. Наши филиалы в России используют новейшие коммерческие и продуктивные стратегии, чтобы сделать наше предложение более конкурентоспособным и соответствующим динамике российского рынка.

Гибкость и отличное качество предлагаемого нами обслуживания являются неотъемлемыми пунктами нашей предпринимательской философии. Это стало возможным благодаря стратегическому мышлению наших сотрудников, которые ежедневно планируют и программируют коммерческий успех компании «Инокстрейд». На основе этих принципов мы расширяем сферу нашей работы, приближаясь к требованиям наших клиентов.



Рост объема продаж нержавеющей стали.

Удовлетворение любых требований

Сегодня промышленное мышление диктует сокращение до незаменимого минимума запасов собственных складов, заставляя тем самым поставщиков незамедлительно исполнять заказы. Система реализации компании «Инокстрейд» состоит из многочисленных центров обслуживания, где постоянно в наличии есть полная гамма изделий. Это гарантирует для наших клиентов

разрешение проблемы поставки. Компания «Инокстрейд» всегда может удовлетворить запросы относительно практически любых изделий (труба, лист, лист в рулонах, запорная арматура, фитинги, люки, доньшки и др.). Широкий выбор холоднокатаной нержавеющей стали в рулонах и листах стандартных и нестандартных форматов полностью удовлетворяет рынок.



Линии для продольной резки

Станок для продольной резки с продольными дисковыми ножницами позволяет получить ленты заданной ширины, от 45 мм до 1550 мм, с очень незначительными отклонениями и с едва заметными заусенцами.

Линии для продольной резки оснащены:

- мотовилами на передвижной основе, приводимыми в действие фотоэлементами для предотвращения «телескопичности» в фазе перемотки ленты;
- дисковыми ножницами с двумя или более комплектами «валов с ножом», передвижаемыми на рельсах с поворотным устройством;
- натяжным роликом на войлоке и на роликах с торможением в СС для получения точной и компактной перемотки ленты;
- поворотным устройством выброса.

Допуски

| Толщина, мм | Ширина, мм | | |
|-------------|------------|---------|------|
| | ≤350 | 351–600 | >600 |
| 0,41 | ±0,15 | ±0,25 | ±0,5 |
| 1,013 | ±0,25 | ±0,40 | ±0,5 |



Технические характеристики

| Станок | Толщина, мм | | Ширина на выходе, мм | | Внутренний диаметр, мм | | Наружный диаметр, мм | | Максимальный вес, т | |
|-----------------------|-------------|-------|----------------------|-------|------------------------|------------|----------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | мин. | макс. | мин. | макс. | на входе | на выходе | на входе | на выходе | на входе | на выходе |
| Протяжной станок 600 | 0,3 | 4,0 | 15 | 620 | 400 500 600 | 400 500 | 1500 | 1500 | 8 | 5 |
| Протяжной станок 1500 | 0,3 | 4,0 | 24 | 1550 | 500 600 | 500 | 1850 | 1650 | 15 | 15 |



Линии для поперечной резки

Преобразование металлических лент осуществляется с помощью процесса правки, который позволяет выпрямлять «изгибы» при перематке ленты. Поперечную резку ленты осуществляют «летучие» ножницы с синхронизированными лезвиями.

В фазе правки ленты есть возможность наложить на каждый лист защитный полиэтиленовый слой или же, благодаря аппликатору с электростатической зарядкой, закрепить лист бумаги.

Процесс правки распределяется на две линии:

- один правильный шестикратный станок позволяет вывести листы длиной максимум до 8 метров;
- один правильный станок для лент шириной максимум 2000 мм позволяет выпрямить листы толщиной до 13 мм и длиной до 12 метров.

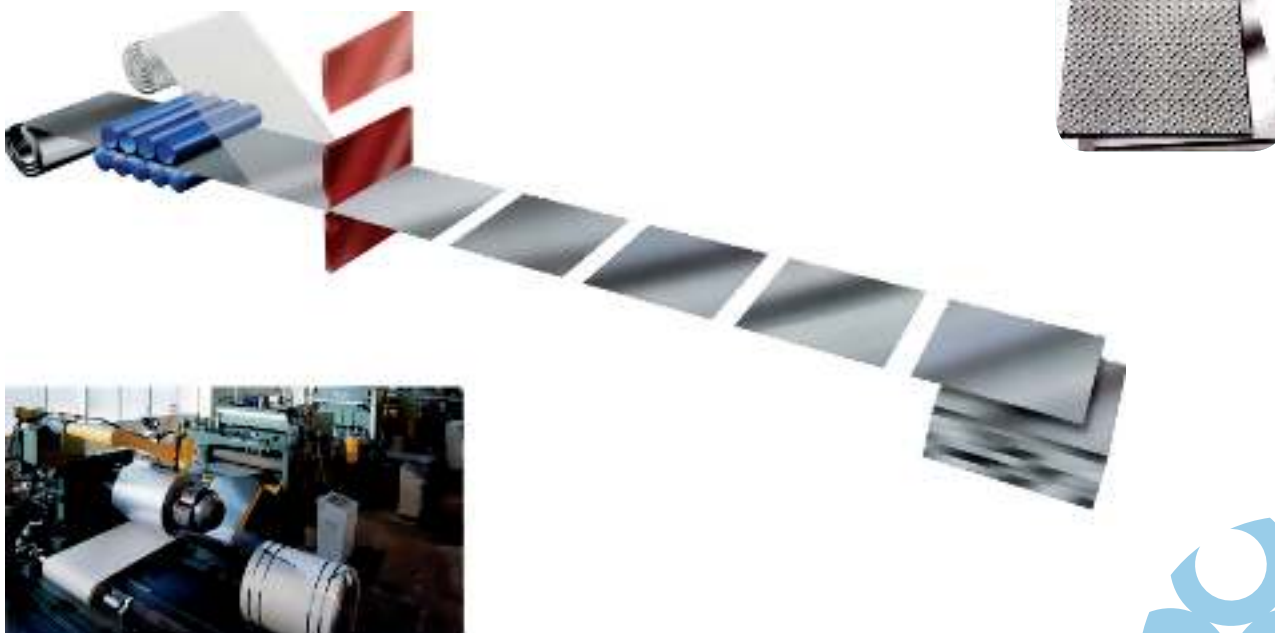


Допуски

| Станок | Длина, мм | | Плоскость, мм | | Разность диагоналей, мм | |
|--------------------------------|-----------|--------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|
| | <2500 | >2500 | длина <2500 мм | длина >2500 мм | длина <2500 мм | длина >2500 мм |
| Правильный шестикратный станок | -0 - 2 | -0 - 3 | макс. 3 мм | макс. 5 мм | макс. 3 мм | макс. 5 мм |
| Правильный станок | -0 - 2 | -0 - 2 | - | - | - | - |

Технические характеристики

| Станок | Толщина, мм | | Ширина | | Длина, мм | | Максимальный вес на входе, т |
|--------------------------------|-------------|-------|--------|-------|-----------|-------|------------------------------|
| | мин. | макс. | мин. | макс. | мин. | макс. | |
| Правильный шестикратный станок | 0,4 | 4,0 | 400 | 1540 | 700 | 8000 | 15 |
| Правильный станок | 2,0 | 12,70 | 600 | 2100 | 500 | 12000 | 30 |



Линии для поверхностной отделки

Поверхностная обработка разделена на две отдельные линии:

1. Линия сатинирования лент и листов с блестящими зарубками.

Система сухого сатинирования с блестящими зарубками с вращающимися абразивными щетками и аппликатором пластикового слоя на линии:

- толщина лент — 0,5-3,0 мм;
- толщина листов — 0,4-4,0 мм;
- ширина лент — 500-1500 мм;
- ширина листов — 750-1550 мм;
- длина листов — 950-4000 мм;
- промежуточные и специальные отделки, выполняемые по специальным запросам;
- ходовые плиты и ролики листов, полностью обмотанные для полной защиты материала;
- гидравлическая платформа и листоукладчик на линии для идеальной упаковки.

2. Линия сатинирования лент и листов с абразивными лентами.

Система сухого сатинирования с двумя головками и аппликатором пластикового слоя на линии:

- зерно сатинирования 180-320 в соответствии с NFA 35-573 (май 1990 г.);
- толщина лент — 0,5-3,0 мм;
- толщина листов — 0,4-6,0 мм;
- ширина лент — 500-1500 мм;
- ширина листов — 750-1550 мм;
- длина листов — 950-6000 мм;
- промежуточные и специальные отделки, выполняемые по специальным запросам;
- ходовые плиты и ролики листов, полностью обмотанные для полной защиты материала.

Допускаемые отклонения по толщине

| Толщина | “Стандартное” отклонение, мм | |
|----------------|------------------------------|-------------|
| | от, мм | до, мм |
| Холоднокатаная | | |
| до 0,49 | 0,03 | |
| 0,50 | 0,69 | 0,04 |
| 0,70 | 1,00 | 0,05 |
| 1,01 | 1,49 | 0,06 |
| 1,50 | 1,80 | 0,07 |
| 1,81 | 2,00 | 0,08 |
| 2,01 | 2,50 | 0,09 |
| 2,51 | 3,00 | 0,10 |
| 3,01 | 3,49 | 0,11 |
| 3,50 | 3,70 | 0,12 |
| 3,71 | 4,00 | 0,14 |
| 4,01 | 4,49 | 0,14 |
| 4,50 | 4,99 | 0,14 |
| 5,00 | | 0,15 |
| Горячекатаная | | |
| 2,00 | 5,00 | 0,15 |
| 5,10 | 8,00 | 0,18 |
| 8,10 | 12,00 | 0,20 |
| 12,10 | 19,00 | -0,25 +1,40 |
| 19,10 | 25,00 | -0,25 +1,50 |
| 25,10 | 50,00 | -0,25 +1,80 |

Сталь рифленая

| | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------------|
| Марка | AISI 304 / 304 L | 3.2x1000 мм |
| | AISI 316 L | 4,5/5,6x1000/1250 мм |
| | | 4/5x1000 мм |
| | | 5/6x1000/1250 мм |
| Толщина рифления | для толщины ≤4 мм | 1,39 мм |
| | для толщины >4 мм | 1,52 мм |
| Отклонение по ширине | | -0 +3,5 мм |
| Отклонение по длине | | -0 +10 мм |
| Отклонение от плоскостности | | 15 мм макс. каждые 2000 мм |
| Сертификация | | ASTM A 2793/90 |

Прокат листовой

Горячекатаный и холоднокатаный

Вес одного листа, в зависимости от толщины и раскроя, кг. (Поверхность 2В, ВА, F1, декорированная, сатинированная, шлифованная, рифленая, сталь AISI 304/304L/309/310/316Ti/321/409/420/430)

| Толщина, мм | 1000x2000 | 1250x2500 | Длина x ширина, мм | | 2000x8000 |
|-------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|
| | | | 1500x3000 | 1500x6000 | |
| 0,50 | 8,00 | 12,50 | 18,00 | 36,00 | 64,00 |
| 0,60 | 9,60 | 15,00 | 21,60 | 43,20 | 76,80 |
| 0,70 | 11,20 | 17,50 | 25,20 | 50,40 | 89,60 |
| 0,80 | 12,80 | 20,00 | 28,80 | 57,60 | 102,40 |
| 0,90 | 14,40 | 22,50 | 32,40 | 64,80 | 115,20 |
| 1,00 | 16,00 | 25,00 | 36,00 | 72,00 | 128,00 |
| 1,20 | 19,20 | 30,00 | 43,20 | 86,40 | 153,60 |
| 1,25 | 20,00 | 31,25 | 45,00 | 90,00 | 160,00 |
| 1,50 | 24,00 | 37,50 | 54,00 | 108,00 | 192,00 |
| 2,00 | 32,00 | 50,00 | 72,00 | 144,00 | 256,00 |
| 2,50 | 40,00 | 62,50 | 90,00 | 180,00 | 320,00 |
| 3,00 | 48,00 | 75,00 | 108,00 | 216,00 | 384,00 |
| 3,50 | 56,00 | 87,50 | 126,00 | 252,00 | 448,00 |
| 4,00 | 64,00 | 100,00 | 144,00 | 288,00 | 512,00 |
| 5,00 | 80,00 | 125,00 | 180,00 | 360,00 | 640,00 |
| 6,00 | 98,00 | 150,00 | 216,00 | 432,00 | 768,00 |
| 8,00 | 128,00 | 200,00 | 288,00 | 576,00 | 1024,00 |
| 10,00 | 160,00 | 250,00 | 360,00 | 720,00 | 1280,00 |
| 12,00 | 192,00 | 300,00 | 432,00 | 864,00 | 1536,00 |
| 14,00 | 224,00 | 350,00 | 504,00 | 1008,00 | 1792,00 |
| 15,00 | 240,00 | 375,00 | 540,00 | 1080,00 | 1920,00 |
| 16,00 | 256,00 | 400,00 | 576,00 | 1152,00 | 2048,00 |
| 18,00 | 288,00 | 450,00 | 648,00 | 1296,00 | 2304,00 |
| 20,00 | 320,00 | 500,00 | 720,00 | 1440,00 | 2560,00 |
| 22,00 | 352,00 | 550,00 | 792,00 | 1584,00 | 2816,00 |
| 24,00 | 384,00 | 600,00 | 864,00 | 1728,00 | 3072,00 |
| 25,00 | 400,00 | 625,00 | 900,00 | 1800,00 | 3200,00 |
| 28,00 | 448,00 | 700,00 | 1008,00 | 2016,00 | 3584,00 |
| 30,00 | 480,00 | 750,00 | 1080,00 | 2160,00 | 3840,00 |
| 32,00 | 512,00 | 800,00 | 1152,00 | 2304,00 | 4096,00 |
| 35,00 | 560,00 | 875,00 | 1260,00 | 2520,00 | 4480,00 |
| 36,00 | 576,00 | 900,00 | 1296,00 | 2592,00 | 4608,00 |
| 40,00 | 640,00 | 1000,00 | 1440,00 | 2880,00 | 5120,00 |





нержавеющая сталь



Применение нержавеющей стали в пищевой промышленности

Ориентация на цены и достаточно легковесные технические рекомендации часто сомнительных поставщиков приводят к тому, что потребители сталкиваются с серьезными проблемами качества оборудования и трубопроводов.

Попробуем разобраться с применением известных нам нержавеющей сталей. Безусловно, настоящая статья не является научным исследованием. Квалифицированный читатель, вероятно, сможет найти неточности, которые вызваны желанием как можно более коротко изложить весьма сложные вопросы. Нашей целью является донести до широкого круга потребителей информацию,



которая, возможно, поможет им принимать более взвешенные решения при рассмотрении вопросов покупки изделий из нержавеющей стали.

При рассмотрении нержавеющей сталей мы воспользовались наиболее принятой в настоящее время классификацией AISI.

Для начала вспомним, что такое сталь и что такое нержавеющая сталь.

Если коротко, то сталь — это сплав железа и углерода. Изделия из стали, вступая во взаимодействие с окружающей средой, подвергаются коррозии.

Коррозия — это процесс разрушения стали под воздействием внешней среды. По механизму протекания различают химическую коррозию, возникающую под

воздействием газов и неэлектролитов (нефть и т.д.), и электрохимическую, развивающуюся в случае контакта металла с электролитами (кислоты, щелочь, соли, влажная атмосфера, почва, морская вода и т.д.).

Стали, устойчивые против коррозии, называются коррозионноустойчивыми (нержавеющими) сталями. Устойчивость стали против коррозии достигается введением в нее элементов (хром, никель, молибден, марганец, ванадий и т.д.), образующих на поверхности плотные, прочно связанные с основой защитные пленки, препятствующие непосредственному контакту с внешней средой, а также повышающие ее электрохимический потенциал в данной среде.

Процесс введения в сталь дополнительных элементов называется легированием, а сами элементы — легирующими.

Легирование стали разными химическими элементами и в разных сочетаниях приводит к появлению новых видов сталей, объединяемых в группы:

- хромистые (стали группы 400);
- хромо-никелевые (стали группы 300);
- хром-никель-молибденовые (стали группы 300);
- хром-никель-марганцевые (стали группы 200—201, 204 и т.д.).

Легирование стали разными элементами придает новому сплаву особые, непохожие на другие сплавы, свойства. Именно видом, количеством и пропорциями легирующих элементов определяется и степень коррозионной стойкости нержавеющей стали, и ее работоспособность в агрессивной внешней среде, и, следовательно, пригодность к использованию в пищевой промышленности.

Напоминаем, что различные названия микроструктуры стали связаны с типом их кристаллической решетки. В частности, кристаллическая решетка аустенита имеет тип ГКЦ (кубическая гранецентрированная), феррита — ОКЦ (кубическая объемно-центрированная), а мартенсит имеет кристаллическую решетку тетрагонального типа.

В данной статье все приведенные рекомендации по применению нержавеющей сталей опираются на информацию производителей нержавеющей сталей.



Стали группы 200

В последнее время в связи с резким ростом цен на никель на рынок активно продвигаются нержавеющие стали легированные хромом, никелем и марганцем. Эти стали разработаны как альтернатива хромо-никелевым сталям группы 300, особенно сталям AISI 304/304L (08X18H9). Основными производителями данных сталей являются Индия, Китай и Япония.

Стали группы 200 разработаны только для определенной сферы применения. Такие стали содержат хром (15.5%-19%), никель (1.0%-5%), марганец (3.0%-10.0%) и, некоторые стали, медь.

В отожженном состоянии такие стали сохраняют аустенитную структуру (свойственную хромо-никелевым сталям группы 300), высокую прочность, формуемость и свариваемость. Коррозионная стойкость в умеренно агрессивной среде — хорошая. В специальной литературе отмечается, что марганцевый аустенит значительно сильнее подвержен деформационному упрочнению, чем

никелевый, то есть при механической обработке (деформации) такие стали упрочняются значительно сильнее, чем стали группы 300.

Рекомендуемые сферы применения: кухонная посуда, кухонные приборы, сушилки для стиральных машин, посудомоечные машины, мебель, телефонные будки, автомобильные аксессуары (в странах, где не применяются противогололедные реагенты), кузова, вагоны, упаковочное оборудование, корпуса оборудования для производства алкоголя (не спирта) и безалкогольных напитков, резервуары для холодной и горячей воды. Вместе с тем, стали группы 200 не рекомендуют использовать для наружного применения (внешний дизайн), а также для производства резервуаров для хранения кислот и других агрессивных веществ. Кроме того, обращаем внимание читателей на содержание практически во всех марках стали меди ($Cu = 1.5/2.0\% \text{ — } 2.0/4.0\%$). Лом из нержавеющей сталей с содержанием меди очень сложно, практически невозможно, реализовать в России.

Стали группы 300

Хромоникелевые нержавеющие стали в зависимости от внутренней микроструктуры структуры подразделяются на аустенитные, аустенито-мартенситные и аустенито-ферритные. Структура этих сталей зависит от содержания углерода, хрома, никеля и других элементов. Такие стали используются в машиностроении, химической промышленности, пищевой промышленности, ракетостроении, судостроении, медицине и авиации.

Поскольку именно стали группы 300 являются наиболее часто применяемыми сталями, мы не станем подробно описывать известные всем вещи. Остановимся только на легировании стали титаном (Ti), что связано с борьбой против так называемой межкристаллитной коррозии.

Что же такое межкристаллитная коррозия? Нагрев сталей, содержащих большое количество хрома, в интервале 400-800°C приводит к выделению в пограничных зонах зерен карбидов хрома $Cr_{23}C_6$ и обеднению в связи с этим указанных зон хромом ниже 12%-ного предела. Это вызывает снижение электрохимического потенциала пограничных участков аустенитного зерна и

их растворение в коррозионной среде. Коррозионное разрушение имеет межкристаллитный характер, приводит к охрупчиванию стали, и называется межкристаллитной коррозией (МКК).

Для уменьшения склонности сталей к МКК в их состав вводят сильные карбидообразующие элементы — титан или ниобий — в количестве, равном пятикратному содержанию углерода. В этом случае образуются карбиды типа TiC и NbC , а хром остается в твердом растворе.

Другим способом борьбы с МКК является производство нержавеющей сталей с минимальным (менее 0.04%) содержанием углерода (C). В таких сталях (пример, AISI 304L, 316L) образование карбидов хрома $Cr_{23}C_6$ резко ограничено из-за малого количества углерода.

Также хочется отметить, что стали группы 300, в противовес общему мнению, могут иметь магнитные свойства, особенно после механической обработки и деформации, а также при медленном охлаждении после высокотемпературного нагрева или выдержке в области температур от 400 до 900 градусов Цельсия.

Таблица 1. Рекомендации по применению сталей группы 300.

| Марка стали | | Характеристика стали и/или изделий из нее | Рекомендации по применению |
|--------------------|-------------------|---|--|
| Стандарт AISI/ГОСТ | Стандарт DIN (EN) | | |
| 304 / 08X18H9 | 1.4301 | Сталь с низким содержанием углерода, аустенитная незакаливаемая, устойчивая к воздействию коррозии, немагнитная в условиях слабого намагничивания, (если была подвергнута холодной обработке). Легко поддается сварке, устойчива к межкристаллической коррозии. Высокая прочность при низких температурах. Поддается полировке. | Установки для пищевой, химической, текстильной, нефтяной, фармацевтической, бумажной промышленности; используется также в производстве пластмасс для ядерной и холодильной промышленности, оснащение для кухонь, баров, ресторанов; столовых приборов; в кораблестроении, электронике и т.д. |

| Марка стали | | Характеристика стали и/или изделий из нее | Рекомендации по применению |
|-------------------------------|-------------------|--|--|
| Стандарт AISI/ГОСТ | Стандарт DIN (EN) | | |
| 304L / 03X18H9 | 1.4307 | Сталь аустенитная незакаливается, особенно пригодная для сварных конструкций. Отличается высокой устойчивостью к воздействию МКК, используется при температуре до 425°C, полируется. | Находит те же применения, что и AISI 304, для изготовления сварных конструкций и в отраслях, где необходима устойчивость к воздействию МКК |
| 310 310S / 10X23H18 314 | 1.4845 1.4841 | Сталь тугоплавкая аустенитная незакаливается, немагнитная, жароустойчивая при высоких температурах, находит самое широкое применение. В окисляющей среде можно применять обычно до 1100°C и до 1000°C в восстановительной среде, но в любом случае в атмосфере, содержащей менее 2 гр. серы (S) на 1 куб.м. | Установки для термической обработки, для изготовления щелочей, для гидрогенизации; теплообменники для печей; изготовление дверей, грилей, штифтов, кронштейнов. Элементы для подогревателей воздуха, корпуса и трубы для термических обработок, конвейерные ленты для транспортеров печей отводные трубы газовых турбин и моторов, реторты для дистилляции, установки для крекинга и реформинга. |
| 316 / 03X17H14M2 | 1.4401 | Сталь аустенитная незакаливается, наличие молибдена (Mo) делает ее особенно устойчивой к воздействию коррозии. Также и технические свойства этой стали при высоких температурах гораздо лучше, чем у аналогичных сталей, не содержащих молибден. | Химическое оборудование, подвергающееся особенно сильным воздействиям, инструмент, вступающий в контакт с морской водой и атмосферой, оборудование для проявления фотопленки, корпуса котлов, установки для переработки пищи, емкости для отработанных масел для коксохимических установок. |
| 316L / 03X17H14M2 | 1.4404 | Сталь, аналогичная AISI 316, аустенитная незакаливается, с очень низким содержанием углерода С, особенно подходит для изготовления сварных конструкций. Обладает высокой устойчивостью к МКК, особенно употребляется в режиме до 450°C. | Находит те же применения, что и AISI 316, для изготовления сварных конструкций, где необходима высокая устойчивость к воздействию коррозии. Особенно пригодна для производства пищевых продуктов и ингредиентов (майонез, шоколад и т.д.) |
| 316Ti / 08X17H13M2T | 1.4571 | Наличие титана (Ti), в пять раз превышающего содержание углерода С, обеспечивает стабилизирующий эффект в отношении осаждения карбидов хрома (Cr) на поверхность кристаллов. Титан (Ti) образует с углеродом карбиды, которые хорошо распределяются и стабилизируются внутри кристалла. Обладает повышенной устойчивостью к МКК. | Детали, обладающие повышенной устойчивостью к воздействию высоких температур и к среде с присутствием новых ионов хлора. Лопасты для газовых турбин, баллоны, сварные конструкции, коллекторы. Применяется в пищевой и химической промышленности. |
| 321 / 08X18H10T | 1.4541 | Сталь хромоникелевая с добавкой титана (Ti), аустенитная незакаливается, немагнитная, особенно рекомендуется для изготовления сварных конструкций и для использования при температурах между 400°C и 800°C, устойчива к коррозии. | Коллекторы сброса для авиационных моторов, корпуса котлов или кольцевые коллекторы оборудования для нефтехимической промышленности. Компенсационные соединения. Химическое оборудование и оборудование, устойчивое к высоким температурам. |

Стали группы 400

Хромистые коррозионноустойчивые стали применяют трех типов: с 13%, 17% и 27% хрома. Такие стали практически не содержат, кроме хрома, никаких легирующих элементов.

При этом содержание углерода в сталях с 13% хрома может меняться в зависимости от требований. Стали с низким содержанием углерода (08X13, 12X13) пластич-

ны, хорошо свариваются и штампуются. Их применяют для изготовления деталей, испытывающих ударные нагрузки (клапаны гидравлических прессов) или работающих в слабоагрессивных средах (лопатки гидравлических и паровых турбин и компрессоров). Рабочая температура до 450 градусов Цельсия. Стали



30X13 и 40X13 обладают высокой твердостью и повышенной прочностью. Эти стали используют для изготовления карбюраторных игл, пружин, хирургических инструментов. Высокохромистые стали (12X17, 15X25Т, 15X28) обладают более высокой коррозионной стойкостью и часто используются как окалиностойкие. Легирование титаном (15X25Т) необходимо для повышения сопротивляемости межкристаллитной коррозии. Сталь 08X17Т жаростойка до 900 градусов Цельсия и применяется в теплообменниках.

Стали группы 400 (хромистые) из-за более низкой коррозионной стойкости не рекомендованы для применения в пищевой промышленности (см. таблицу 2). Наиболее часто встречающееся применение таких сталей — оборудование для общественного питания (торговое оборудование, раздаточные и т.д.).

Таблица 2. Рекомендации по применению сталей группы 400.

| Марка стали | | Характеристика стали и/или изделий из нее | Рекомендации по применению |
|-------------------|----------------------|---|---|
| Стандарт DIN (EN) | Стандарт AISI / ГОСТ | | |
| 1.4006 | 410 / 12X13 | Базовая ферритная низкохромистая сталь мартенситной структуры | Оборудование для общественного питания, детали машин, детали клапанов, очистительные установки, части насосов (оси), барабаны для вальцовки меди, решетки для угля и желоба |
| 1.4016 | 430 / 12X17 | Сталь ферритная нержавеющая незакаливаемая | Товары повседневного использования, кухонное оборудование, декор, отделка, контейнеры для отжига латуни, горелки для нефти, резервуары и цистерны для азотной кислоты, установки для азота |
| 1.4000 | 410S / 08X13 | Базовая низкохромистая сталь с пониженным содержанием углерода, улучшенной обрабатываемостью, коррозионной стойкостью и прочностью сварных соединений | Столовые ножи, столовая посуда |
| 1.4510 | 439 / 08X17Т | Прекрасная коррозионная стойкость в среде конденсата отработанных газов автомобиля | Автомобильные глушители, лифты и эскалаторы, кухонное оборудование |
| 1.4113 | 434 | Сталь аналогичная стали 430, но стойкость к общей и точечной коррозии лучше чем у стали 430 | Наружная отделка автомобилей (бамперы или иные выпуклые украшения, подверженные коррозии под воздействием антифризных солей). |
| | 444 | Превосходная стойкость к химической и электрохимической коррозии, приближенная к стойкости стали AISI 316 | База солнечных батарей, баки для горячей воды |
| | 403 / 12X13 | Высокая коррозионная стойкость и пригодность к механической обработке | Детали машин |
| 1.4021 | 420 / 20X13 | Сталь нержавеющая мартенситная, закаливаемая до твердости HRC 50/52, детали с высокой износостойкостью | Лезвия бытовых автоматов, втулки, отвертки, детали высокотемпературных агрегатов, хирургический и стоматологический инструмент, штампы для изделий из пластмассы и стекла, части клапанов и валов |
| 1.4028 | 420 / 30X13 | Сталь нержавеющая мартенситная, закаливаемая до твердости HRC 50/52, детали с высокой износостойкостью | Оборудование для общественного питания, форсунки моющих систем, краны (затворы), чаши для весов |
| 1.4512 | 409 | Пониженное содержание углерода, высокая стойкость к окислению и обрабатываемость | Трубы для отвода отработанных газов, коллекторы, кожухи конвертеров |

Применение сварных нержавеющей труб в пищевой промышленности

На российский рынок ежегодно ввозится до 15 тысяч тонн сварных нержавеющей труб из различных марок сталей.

К сожалению, отечественный потребитель не всегда имеет доступ к информации, позволяющей ему сделать правильный выбор и приобрести трубы с таким набором полезных свойств, которые наиболее полно удовлетворяют его требования в качестве, долговечности и безопасности производства.

Опираясь на стандартный набор характеристик товара (размер, длина, цена, марка стали, наличие на складе, период поставки, условия оплаты) потребитель сужает свой взгляд на рынок, оценивая предлагаемую ему трубную продукцию исключительно с точки зрения финансовых условий покупки. Увы, как это обычно и бывает, купить дешево качественную трубу удается далеко не всем. При этом не каждый продавец способен и,

главное, желает подробно информировать потребителя о качестве поставляемого им товара.

Но ведь любой из нас, приобретая автомобиль, обращает внимание на десятки параметров: цена, цвет, мощность двигателя, эргономика салона, обивка салона, трансмиссия, привод, электроника и т.д. Мы интересуемся массой дополнительных опций, предоставляемых нам производителем. Так почему же при покупке такого высокотехнологичного продукта как нержавеющая сварная труба наши потребители или не желают знать, или не требуют от поставщика дополнительной информации о товаре. Ведь в пищевой промышленности от качества трубопроводов напрямую зависит качество той продукции, которая по ним транспортируется.

Рассмотрим те характеристики товара, которые пока еще редко становятся предметом обсуждения между продавцом и покупателем сварных нержавеющей труб.

Стандарты производства DIN 17455, DIN 17457 и DIN 11850

подавляющее количество поставщиков нержавеющей сварных труб по умолчанию предлагает трубы, соответствующие DIN 17455. Конечно, уровень качества труб, изготовленных по данному стандарту весьма высок, однако трубы имеют одно немаловажное свойство: по DIN 17455 производятся «трубы, рассчитанные на основе 80% применения допустимого расчетного напряжения в сварном шве». Другими словами, коэффициент сварного шва (V) не более 0.8 или, еще проще, прочностные свойства сварного шва не превышают 80% прочностных свойств основного материала трубы.

Напротив, по DIN 17457 производятся «трубы, рассчитанные на использование на основе 100% применения допустимого расчетного напряжения в сварном шве». То есть, коэффициент сварного шва (V) равен 1.0 (прочностные свойства сварного шва идентичны прочностным свойствам основного материала трубы).

Цена труб по DIN 17455 на 8-10% ниже, чем у труб, произведенных по DIN 17457, но, соответственно, и потребительские свойства у труб по DIN 17455 существенно ниже, чем у труб по DIN 17457: трубы, маркированные DIN 17455, не могут быть применены в оборудовании, работающем под давлением. Эти трубы являются исключительно конструкционными или используются как трубопроводы для транспортировки жидкостей, без давления и при невысоких температурах. И тем более, трубы по DIN 17455 не могут быть



использованы для трубопроводных систем в пищевой промышленности.

Для этих целей должны использоваться только трубы по DIN 17457 дополнительно обработанные в соответствии с требованиями DIN 11850.

Стандарт DIN 11850 (трубы из нержавеющей стали для применения в пищевой, химической и фармацевтической промышленности) допускает применение в указанных отраслях труб, произведенных по DIN 17456 (бесшовные трубы) и DIN 17457. Данный стандарт определяет размеры применяемых труб, допуски на размеры, применяемые материалы, дополнительную термическую и химическую обработку, качество внутренней и внешней поверхности (шероховатость), маркировку, а также указывает допустимое рабочее давление.

Применяемые материалы (марки стали)

Некоторые российские поставщики настойчиво убеждают потребителей в том, что трубная продукция из стали AISI 430 (12X17) также может быть использована в трубопроводах для пищевой промышленности. С нашей точки зрения, иначе как намеренным введением потребителя в заблуждение это назвать нельзя. Безусловно, как стойка, поручень или декоративный элемент трубы из стали 430 могут быть использованы. Но в качестве трубопровода обратимся к уже упомянутому DIN 11850.

Способы сварки

В производстве сварных труб из нержавеющей сталей применяются следующие основные способы сварки:

- TIG (сварка вольфрамовым электродом в инертном газе, без присадочного металла)
- плазменная сварка (в сочетании с TIG)
- HF (сварка токами высокой частоты)
- Laser (лазерная сварка)
- Electron beam (электронно-лучевая сварка)

В промышленной практике наиболее применяемыми являются первые три способа.

Лазерная технология, которая гарантирует высокий уровень качества, несмотря на значительные первоначальные капиталовложения, получает все более широкое распространение.

Электронно-лучевая сварка применяется нерегулярно по причине сложности технологического процесса, который предполагает наличие установок глубокого вакуума в процессе всего цикла сварки.

Считается, что в настоящее время технология TIG или TIG в сочетании с плазменной сваркой составляют около 65% всех европейских сварочных производств. 30% приходится на сварку HF и остальное — на лазерную сварку.

В действительности не существует конкуренции между различными системами сварки, но, как правило, требования к технологии сварки зависят от сферы применения сварных труб.

Считаем необходимым обозначить в таблице 1 типичные сферы применения нержавеющей труб в зависимости от применяемой сварочной технологии

Сравним две типичные технологии: TIG и HF.



Рис. 1. Сварной шов, полученный методом TIG.

Пункт 4 DIN 11850 (Материалы) однозначно указывает, что в пищевой промышленности стандартно допускается применения только следующих сталей: AISI 304 (1.4301), AISI 304L (1.4307), AISI 316L (1.4404).

Таким образом, стали 400-ой группы (AISI 409, 430, 439 и т.д.) никак не могут использоваться в пищевой промышленности. Типичный пример использования стали AISI 439 — автомобильные глушители.

Способ TIG (Tungset Inert Gas)

Этот способ более других употребляется для производства сварных труб высокого качества из нержавеющей сталей.

Источником генератора тепла для плавки краев служит дуга, которая образуется между вольфрамовым электродом и трубой. Защитный газ, направляемый на сварочную горелку, обволакивает зону плавки с наружной поверхности трубы и одновременно, но уже другим способом, подается внутрь трубы, чтобы защитить зону плавки и изнутри, удерживаясь там с помощью заглушки.

При способе сварки TIG по причине воздействия тепла только на наружную поверхность трубы зона плавления неизбежно окружается обширной зоной термического раздражения, вследствие чего шов оказывается более широким (см. рис.1). Но, по этой же самой причине, TIG-шов является более прочным и легче удаляется.

При соблюдении же технологических параметров сварки не требуется даже дополнительной термической обработки для устранения возможных изменений микроструктуры сварных швов.

При этом скорость TIG-сварки невысока и, поэтому, цена готовой трубы будет выше, чем при использовании других видов сварки.

На рисунке 1 мы видим сварной шов, полученный методом TIG. Шов плотный, однородный, без пустот и раковин. Прочность сварного шва соответствует прочности основного материала трубы.

В директиве ЕС по оборудованию, работающему под давлением (PED — Pressure Equipment Directive), совершенно однозначно указано, что для оборудования, работающего под давлением свыше 0.5 бар могут применяться нержавеющие сварные трубы, произведенные только способом TIG (см. табл. 1)

Высокочастотная сварка (HF)

На первый взгляд, особенно с точки зрения микроструктуры, высокочастотная сварка (HF) имеет весьма интересные характеристики, благодаря тому, что зона плавления резко ограничена, а зона термического раздражения (прилегает к зоне плавления) практически отсутствует (см. рис. 2). Разогрев краев происходит равномерно по всей толщине, а скорость достижения температуры плавки — около одной сотой в секунду. С геометрической точки зрения посадка шва как внутри, так и снаружи оказывается прочной и прямой.

Таблица 1. Рекомендуемые сферы применения труб с различными способами сварки.

| Сфера применения | Способ сварки |
|--|--|
| Декор, в т.ч. для зеркальной полировки Конструкции, в т.ч. строительные Транспорт (разгрузочные установки, кузова) | Высокочастотная (HF) / лазерная |
| Пищевая промышленность | TIG |
| Транспортировка малоагрессивных жидкостей | TIG, TIG в сочетании с плазменной сваркой, лазерная сварка |
| Транспортировка очень агрессивных жидкостей Химическая, нефтехимическая, газовая, энергетическая, бумажная промышленности | TIG, TIG в сочетании с плазменной сваркой, лазерная сварка |
| Теплообменники Испарители Опреснители Фармацевтическая промышленность | TIG |

Применение высокочастотной сварки в настоящее время находит все более широкое распространение, в особенности в областях, связанных с декорированием, строительными конструкциями, промышленным машиностроением. В основном это связано с высокими скоростями, достигаемыми при сварке.

Производительность сварки до 20 раз выше, чем при использовании сварки TIG.

На первый взгляд может показаться, что технология HF выигрывает как с точки зрения качества, так и с точки зрения производственных затрат.

Что касается затрат — тут сомнений нет. Цена труб, произведенных сваркой HF на 10% ниже чем у труб, изготовленных с применением сварки TIG.

В отношении качества, однако, необходимо отметить, что наиболее ценное свойство, такое как сжатость зоны плавки, в действительности проявляет



Рис. 2. Сварной шов, полученный методом HF.

себя как слабый пункт, когда речь идет о продукции, требующей высокой надежности, такой как, например, химическое и нефтехимическое оборудование, оборудование для пищевой промышленности, теплообменники и т.д.

Действительно, совершенно очевидно, что необходимые свойства сварного шва могут быть достигнуты только при наличии гарантии сохранения условий и параметров процесса, которые не так легко достигаемы в высокоскоростном процессе HF-сварки. Более того, при недостаточной обработке кромок и ввиду контактного процесса сварки в сварном шве могут образовываться раковины и непровары.

Наглядно это показано на рисунке 2. Мы можем видеть, что сварной шов неплотный, в нем присутствуют пустоты, которые самым отрицательным образом сказываются на прочности сварного соединения. Симптоматичен тот факт, что сферы применения техники высокочастотной сварки весьма ограничены и сведены к производству труб декоративного, структурного или механического назначения при полном исключении их применения в термоустановках, оборудовании пищевой, химической и нефтехимической, фармацевтической промышленности.



Качество поверхности, финишная обработка

Качество наружной и внутренней поверхности является одним из самых существенных свойств трубной продукции, определяющей область ее применения, цену, сроки изготовления.

Сварные трубы производятся из холоднокатаного или из горячекатаного рулонного проката. Для нужд пищевой промышленности на финишной стадии производства трубы могут подвергаться термической обработке (например, светлый отжиг), химической обработке (травление) и механической обработке (шлифование внутренней поверхности до чистоты поверхности 0.5-0.8 мкм в области основного материала трубы и до 1.6 мкм в области сварного шва, шли-

фование наружной поверхности до чистоты менее 1.0 мкм). Для каждого способа применения трубы может быть подобран оптимальный список финишных операций, который обеспечит наиболее полный набор полезных свойств трубы. Например, если при применении сварных труб необходимо их деформирование (гибка, сплющивание и т.д.), то рекомендуется заказывать трубы с термической обработкой.

Весь набор финишных операций условно обозначается в маркировке, которая должна быть нанесена на каждую трубу (см. табл. 1).

Ниже показан пример маркировки пищевой сварной нержавеющей трубы:

MM 52x1 No.541854 1.4301 DIN 17457/11850 CC PK1, где

MM — торговый знак завода-производителя «Marcegaglia», Италия;

52x1 — диаметр (52) и толщина стенки (1) трубы в мм;

1.4301 — обозначение марки стали (AISI 304);

DIN 17457/11850 — обозначение стандартов, в соответствии с которыми произведена данная труба,

CC — обозначение качества поверхности трубы (по DIN 17457 и DIN 11850):

Труба изготовлена из холоднокатаного рулона с повышенным качеством поверхности, снаружи шов почти неразличим, поверхности протравлена.

Изнутри труба протравлена, отшлифована до чистоты поверхности менее 0.8 мкм, область сварного шва отшлифована до чистоты поверхности

менее 1.6 мкм, шов ламинирован;

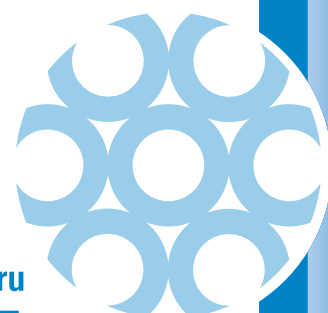
PK1 — труба испытана в соответствии с классом испытаний 1.

Таблица 2. Исполнение и обозначение видов обработки поверхности сварных нержавеющей труб для пищевой промышленности (DIN 11850)

| Технология производства | Наличие термической обработки | Качество поверхности | | Сокращенное обозначение исполнения |
|---|---|--|---|------------------------------------|
| Сварные по стандарту DIN 17457 (Технические условия поставки) | Термически обработанные | Гладкая металлическая. Сварной шов, начиная с номинального диаметра DN 25, выровнен заподлицо со стенками; среднее значение шероховатости Ra = 2,5 мкм кроме зоны сварного шва | Гладкая металлическая по классу исполнения „к 2“ или „к 3“ по стандарту DIN 17 457 | BA |
| | Термически не обработанные | | Гладкая металлическая по классу исполнения „к 0“ или „к 1“ по стандарту DIN 17457 | CA |
| | Термически обработанные Термически не обработанные | | Шлифованная абразивом с зернистостью 400 или полированная | BB CB |
| | Термически обработанные | Гладкая металлическая. Среднее значение шероховатости Ra = 0,5 мкм Зона сварного шва Ra = 1,6 мкм | Гладкая металлическая по классу исполнения „к3“, „1 1“ или „1 2“ по стандарту DIN 17457 | BC |
| | Термически не обработанные | | Гладкая металлическая по классу исполнения „к 0“ или „к 1“ по стандарту DIN 17457 | CC |
| | Термически обработанные Термически не обработанные | | Шлифованная абразивом с зернистостью 400 или полированная | BD CD |

Механические свойства стандартной стали при температуре 20°C

| При обжиге | Предел прочности | Мин. предел текучести | | Мин. удлинение | Твердость макс. |
|----------------|-------------------|-----------------------|-------------------|--|-----------------|
| Тип стали AISI | N/mm ² | рр 02% | рр 1% | l _o = 80 < 3 мм l _o = 5d > 3 мм | HRB |
| | N/mm ² | N/mm ² | N/mm ² | A% | |
| 304 | 550-750 | 235 | 265 | 45 | 92 |
| 304 D | 550-750 | 235 | 265 | 45 | 92 |
| 304 DC | 550-750 | 235 | 265 | 45 | 92 |
| 304 DT | 550-750 | 235 | 265 | 45 | 92 |
| 304 H | 550-670 | 235 | 265 | 45 | 92 |
| 304 PS | 550-570 | 235 | 265 | 45 | 92 |
| 304PSC | 550-750 | 235 | 265 | 45 | 92 |
| 304L | 550-670 | 235 | 265 | 45 | 88 |
| 304 DL | 550-750 | 235 | 265 | 45 | 88 |
| 304 DLT | 550-750 | 235 | 265 | 45 | 88 |
| 321 | 540-670 | 245 | 275 | 40 | 92 |
| 316 | 550-690 | 255 | 285 | 40 | 92 |
| 316L | 550-690 | 255 | 285 | 40 | 92 |
| 316Ti | 550-690 | 255 | 290 | 40 | 92 |
| 309 S | 540 – 740 | 240 | 270 | 40 | 88 |
| 310 S | 540 – 740 | 240 | 270 | 40 | 88 |
| 430 | 400 – 550 | 280 | | 22 | 89 |
| 4462 | 680 min | 480 | | 25 | 290 |



Соответствие международных стандартов нержавеющей стали (химический состав и названия марок)

| Коррозионно-стойкие и общего назначения | Международные обозначения марок стали | | Характерный химический состав, % | | | | | Национальные обозначения марок стали подобно EN | | | | Продукция |
|---|---------------------------------------|--------|----------------------------------|------|------|------|-----|---|---------------|-------------|-------------|-----------|
| | EN | AISI | C | N | Cr | Ni | Mo | Другие | GB/PR Китай | KS/Корея | ГОСТ/Россия | |
| Ферр. | 1,4000 | 410S | 0,04 | — | 12,3 | — | — | — | 0Cr13 | STS 410S | 08X13 | HNBR |
| | 1,4016 | 430 | 0,04 | — | 16,5 | — | — | — | 1Cr17 | STS 430 | 12X17 | CNBR |
| | 1,4510 | S43035 | 0,04 | — | 18 | — | — | Ti | 00Cr17 | STS 430LX | 09X17T | CR |
| Март. | 1,4021 | S42010 | 0,20 | — | 13 | — | — | — | 2Cr13 | STS 420J1 | 20X13 | HNBR |
| | 1,4028 | 420 | 0,30 | — | 12,5 | — | — | — | 3Cr13 | STS 420J2 | 30X13 | NR |
| Дупл. | 1,4418 | — | 0,03 | 0,04 | 16 | 5 | 1 | — | — | — | — | PBR |
| | 1,4362 | S32304 | 0,02 | 0,10 | 23 | 4,8 | 0,3 | — | — | — | — | PHCB |
| Аустенитные | 1,4460 | S31200 | 0,02 | 0,09 | 25,2 | 5,6 | 1,4 | — | 0Cr26Ni5Mo2 | STS 329J1 | — | ВPHCBR |
| | 1,4462 | S31803 | 0,02 | 0,17 | 22 | 5,7 | 3,1 | — | 00Cr24Ni6Mo3N | STS 329J3L | — | PC |
| | 1,4410 | S32750 | 0,02 | 0,27 | 25 | 7 | 4 | — | — | STS 329J4L | — | CNBR |
| | 1,4310 | 301 | 0,10 | 0,03 | 17 | 7 | — | — | 1Cr17Ni7 | STS 301 | 07X16H6 | CNR |
| | 1,4372 | 201 | 0,05 | 0,15 | 17 | 5 | — | 6,5Mn | 1Cr17Mn6Ni5N | STS 201 | — | PHCNBR |
| | 1,4307 | 304L | 0,02 | 0,06 | 18,1 | 8,3 | — | — | 00Cr19Ni5N | STS 304L | 03X18H11 | PHCNBR |
| | 1,4301 | 304 | 0,04 | 0,05 | 18,1 | 8,3 | — | — | 0Cr18Ni9 | STS 304 | 08X18H10 | PHCNBR |
| | 1,4311 | 304LN | 0,02 | 0,14 | 18,2 | 8,7 | — | — | 00Cr18Ni10N | STS 304LN | — | PHCNBR |
| | 1,4541 | 321 | 0,04 | 0,01 | 17,3 | 9,1 | — | Ti | 0Cr18Ni10Ti | STS 321 | 08X18H10T | BR |
| | 1,4305 | 303 | 0,05 | 0,06 | 17,3 | 8,2 | — | S | Y1Cr18Ni9 | — | — | PHCNBR |
| | 1,4306 | 304L | 0,02 | 0,04 | 18,2 | 10,1 | — | — | 00Cr19Ni10 | STS 304L | 03X18H11 | NBR |
| | 1,4303 | 305 | 0,02 | 0,02 | 17,7 | 11,2 | — | — | 1Cr18Ni12 | STS 305 | — | BR |
| | 1,4567 | S30430 | 0,01 | 0,02 | 17,7 | 9,7 | — | 3,3Cu | 0Cr18Ni9Cu3 | — | — | PHCNBR |
| 1,4404 | 316L | 0,02 | 0,04 | 17,3 | 11,1 | 2,1 | — | 00Cr17Ni14Mo2 | STS 316L | — | PHCNBR | |
| 1,4401 | 316 | 0,03 | 0,03 | 17,1 | 10,7 | 2,1 | — | 0Cr17Ni12Mo2 | STS 316 | — | PHCNBR | |
| 1,4406 | 316LN | 0,02 | 0,14 | 17,2 | 10,3 | 2,1 | — | 00Cr17Ni13Mo2N | STS 316LN | — | PHCNBR | |
| 1,4571 | 316Ti | 0,04 | 0,01 | 16,8 | 10,9 | 2,1 | Ti | 0Cr18Ni12Mo2Ti | STS 316Ti | 08X17H13M2T | PHCNBR | |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------|------|------|------|------|-----|------------|---------------|------------|------------|-------------|
| 1,4432 | 316L | 0,02 | 0,05 | 16,9 | 11,7 | 2,6 | — | 00Cr17Ni14Mo2 | STS 316L | 03X17H14M3 | P H C N B R |
| 1,4436 | 316 | 0,03 | 0,05 | 16,9 | 10,9 | 2,6 | — | 0Cr17Ni12Mn2 | STS 316 | — | P C N B R |
| 1,4435 | 316L | 0,02 | 0,06 | 17,3 | 12,6 | 2,6 | — | 00Cr17Ni14Mo2 | STS 316L | 03X17H14M3 | P C N B R |
| 1,4438 | 317L | 0,02 | 0,07 | 18,2 | 13,7 | 3,1 | — | 00Cr19Ni13Mo3 | STS 317L | — | По запросу |
| 1,4434 | 317LN | 0,02 | 0,12 | 17 | 11 | 3,1 | — | — | STS 317LN | — | P C |
| 1,4439 | S31726 | 0,02 | 0,14 | 17,8 | 12,7 | 4,1 | — | — | — | — | P H C N B |
| 1,4539 | N08904 | 0,01 | 0,06 | 20 | 25 | 4,3 | 1,5Cu | — | STS 317J5L | — | P H C N B R |
| 1,4547 | S31254 | 0,01 | 0,20 | 20 | 18 | 6,1 | Cu | — | — | — | P H C N B R |
| 1,4652 | S32654 | 0,01 | 0,50 | 24 | 22 | 7,3 | 3,5 Mn, Cu | — | — | — | По запросу |
| ЖАРСТОЙКИЕ Аустенитные | 304H | 0,05 | 0,06 | 18,1 | 8,3 | — | — | 1Cr18Ni9 | STS 304 | 08X18H10 | P H R |
| И ЖАРО- | 321H | 0,05 | 0,01 | 17,3 | 9,1 | — | Ti | 1Cr18Ni9Ti | STS 321 | 8X18H10T | P H C N B R |
| ПРОЧНЫЕ | S30415 | 0,05 | 0,15 | 18,5 | 9,5 | — | 1,3Si, Ce | — | — | — | P C N B R |
| 1,4833 | 309S | 0,06 | 0,08 | 22,3 | 15,6 | — | — | 0Cr23Ni13 | STS 309S | 20X23H13 | P H C N B R |
| 1,4828 | — | 0,04 | 0,04 | 20 | 12 | — | 2Si | 1Cr20Ni14Si2 | — | 08X20H14C2 | C N B R |
| 1,4835 | S30815 | 0,09 | 0,17 | 21 | 11 | — | 1,6Si, Ce | — | — | — | P H C N B R |
| 1,4845 | 310S | 0,05 | 0,04 | 25 | 20 | — | — | 0Cr25Ni20 | STS 310S | 10X23H18 | P H C N B R |
| 1,4854 | S35315 | 0,05 | 0,17 | 25 | 35 | — | 1,3Si, Ce | — | — | — | P C |

Продукция

- P — Горячекатаные плиты
- H — Горячекатаные рулоны и листы
- C — Холоднокатаные рулоны и листы (KBR)
- N — Холоднокатаная узкая лента
- B — Сортовой прокат
- R — Катанка
- Полуобработанная продукция
- Трубы
- Фитинги
- Сварочные материалы



Коррозионная устойчивость

| Коррозийное вещество | % | °C | NBR | VITRON | TEFLON | A 105 | AISI 304 | AISI 316 |
|--|-----|-----|-----|--------|--------|-------|----------|----------|
| Медный ацетат 5 (CH ₂ COO) ₂ CuH ₂ O | 20 | | | 4 | 4 | 1 | 1 | |
| | 10 | 20 | | | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 2 | 100 | | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 5 | 100 | | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 8 | 100 | | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Ацетон CH ₃ COCH ₃ | 10 | 20 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 20 | 20 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 30 | 20 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 40 | 20 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 50 | 20 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 100 | 200 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Уксусная кислота CH ₃ COOH | 20 | 100 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 60 | 100 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 80 | 20 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 80 | 100 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 95 | 100 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 100 | 30 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| Борная кислота H ₃ BO ₃ | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 20 | 80 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 30 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 50 | 150 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Масляная кислота CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH | 5 | 65 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 10 | 100 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 80 | 20 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 50 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 50 | 100 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 100 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Синильная кислота HCN | 10 | 20 | 2 | | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 10 | 80 | 2 | | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | 2 | | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 60 | 20 | 2 | | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 80 | 20 | 2 | | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 2 | | 1 | 3 | 2 | 2 |
| Лимонная кислота COOH CH ₂ OH COOH | 5 | 65 | | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 10 | 20 | | 1 | 1 | 4 | | |
| CH ₂ COOH | 10 | 100 | | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 15 | *** | | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 50 | 100 | | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |

| Коррозийное вещество | % | °C | NBR | VITRON | TEFLON | A 105 | AISI 304 | AISI 316 |
|---|-----|-----|-----|--------|--------|-------|----------|----------|
| | 100 | 50 | | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Соляная кислота HCl | 1 | 20 | 2 | | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 10 | 20 | 2 | | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 40 | 20 | 2 | | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 60 | 20 | 2 | | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 80 | 20 | 2 | | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 100 | 20 | 2 | | 1 | 4 | 4 | 4 |
| Хромовая кислота H ₂ CrO ₄ | 10 | 20 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 25 | 20 | 4 | 2 | 1 | | 2 | 2 |
| | 30 | 20 | 4 | 2 | 1 | | 2 | 2 |
| | 50 | 20 | 4 | 2 | 1 | | 2 | 2 |
| | 50 | 100 | 4 | 2 | 1 | 4 | 3 | 3 |
| | 70 | 20 | 4 | 2 | 1 | | 2 | 4 |
| Формовочная (муравьиная) кислота HCOOH | 5 | 20 | 3 | | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 75 | 50 | 1 | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 10 | 80 | | | 1 | 4 | | |
| | 80 | 100 | | | 1 | 4 | | 1 |
| | 90 | 100 | | | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 100 | 50 | 1 | | 1 | 4 | | 3 |
| Молочная кислота CH ₃ CH(OH)COOH | 10 | 20 | 1 | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | 1 | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 20 | 100 | 1 | | 1 | 4 | | |
| | 50 | 50 | 1 | | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 50 | 100 | 1 | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 100 | 1 | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Яблочная кислота COOHCH(OH)CH ₂ COOH | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 20 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | | 2 |
| | 50 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Азотная кислота HNO ₃ | 10 | 80 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 20 | 50 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 40 | 80 | 3 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 50 | 80 | 3 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 60 | 90 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 100 | 100 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| Азотистая кислота HNO ₂ | 10 | 20 | | 1 | 1 | 4 | | |
| | 20 | 20 | | 1 | 1 | 4 | | |
| | 40 | 20 | | 1 | 1 | 4 | | |
| | 60 | 20 | | 1 | 1 | 4 | | |

| Коррозийное вещество | % | °C | NBR | VITRON | TEFLON | A 105 | AISI 304 | AISI 316 |
|---|-----|-----|-----|--------|--------|-------|----------|----------|
| | 80 | 20 | 1 | 1 | 4 | | | |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 4 | | | |
| Щавелевая кислота | 10 | 20 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | |
| HOOCOOH | 60 | 100 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | |
| | 20 | 20 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | |
| | 50 | 100 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | |
| | 50 | 20 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | |
| Серная кислота | 5 | *** | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | |
| H ₂ SO ₄ | 10 | 100 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 70 | 20 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | |
| | 80 | 50 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | |
| | 80 | 80 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | |
| | 100 | 100 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| Сернистая кислота | 10 | 20 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| H ₂ SO ₃ | 20 | 20 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 100 | 50 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 100 | 80 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 100 | 100 | 1 | 1 | 4 | | | |
| Стеариновая кислота | 100 | 20 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | |
| CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH | 100 | 60 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | |
| | 100 | 80 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 100 | 100 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 100 | 150 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 100 | 200 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| Дубильная кислота | 10 | 20 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | |
| C ₁₃ H ₉ O ₇ COOH | 10 | 100 | 2 | 1 | 4 | | | |
| | 50 | 100 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 70 | 20 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 100 | 20 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 100 | 100 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| Винная кислота | 20 | 100 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | |
| C ₄ H ₆ O ₆ | 40 | 100 | 1 | 1 | 4 | | | |
| | 300 | 60 | 1 | 1 | 4 | | | |
| | 50 | 80 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | |

| Коррозийное вещество | % | °C | NBR | VITRON | | | | |
|---|-----|-----|-----|--------|---|---|---|---|
| | 50 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 50 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| Морская вода | 100 | 20 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | |
| Перекись водорода | 30 | 100 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| H ₂ O ₂ | 40 | 100 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | |
| | 90 | 20 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | |
| | 90 | 50 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | |
| | 100 | 100 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | |
| Аммиак | 30 | 80 | 2 | | 1 | 1 | 2 | 2 |
| NH ₃ | 30 | 100 | 2 | | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 40 | 20 | 2 | | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 50 | 20 | 2 | | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 100 | 20 | 2 | | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 100 | 100 | 2 | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Диоксид серы | 90 | 20 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| SO ₂ | 90 | 40 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 90 | 60 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 90 | 80 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 90 | 100 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 90 | 150 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Гидрокарбонат | 100 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| аммония | 20 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| (NH ₄)HCO ₃ | 40 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 50 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 90 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 |
| Бихромат калия | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| K ₂ Cr ₂ O ₇ | 20 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 20 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 30 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 30 | 100 | 1 | 1 | 1 | | | |
| Углекислый аммоний | 1 | 20 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| (NH ₄) ₂ CO ₃ | 5 | 20 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |

1 – хорошее сопротивление, 2 – удовлетворительное сопротивление, 3 – недостаточное сопротивление, 4 – не рекомендуется, *** – кипение.



Коррозионная устойчивость (продолжение)

| Коррозионное вещество | % | °C | NBR | VITRON | TEFLON | A 105 | AISI 304 | AISI 316 |
|--|-----|-----|-----|--------|--------|-------|----------|----------|
| | 10 | 100 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 20 | 100 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 50 | 100 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 70 | 100 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Карбонат натрия Na ₂ CO ₃ | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 5 | 45 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 30 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 80 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Циан C ₂ N ₂ | 10 | 20 | | | | | 2 | 2 |
| | 20 | 20 | | | | | 2 | 2 |
| | 40 | 20 | | | | | 2 | 2 |
| | 60 | 20 | | | | | 2 | 2 |
| | 80 | 20 | | | | | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | | | | | 2 | 2 |
| Газообразный хлор Cl ₂ | 90 | 20 | | | 1 | | | |
| | 100 | 20 | | | 1 | 2 | 2 | |
| | 100 | 40 | | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 60 | | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 80 | | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 200 | | | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Хлороформ CHCl ₃ | 10 | 20 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 50 | 20 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 100 | 20 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 10 | 60 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 50 | 60 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 100 | 60 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Нашатырь (NH ₄)Cl | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 |
| | 25 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 25 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 50 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 90 | 30 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| Хлористое серебро AgCl | 10 | 20 | | | | 4 | 4 | 4 |
| | 20 | 20 | | | | 4 | 4 | 4 |
| | 40 | 20 | | | | 4 | 4 | 4 |
| | 60 | 20 | | | | 4 | 4 | 4 |
| | 80 | 20 | | | | 4 | 4 | 4 |
| | 100 | 20 | | | | 4 | 4 | 4 |

| Коррозионное вещество | % | °C | NBR | VITRON | TEFLON | A 105 | AISI 304 | AISI 316 |
|---|-----|-----|-----|--------|--------|-------|----------|----------|
| Хлорид бария BaCl ₂ | 5 | 20 | | | | 4 | 1 | 1 |
| | 10 | 20 | | | | 4 | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | | | | 4 | 4 | 4 |
| | 100 | 20 | | | | 4 | | |
| | 100 | 100 | | | | 4 | | |
| | 100 | 150 | | | | 4 | | |
| Хлорид железа FeCl ₂ | 1 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 1 | *** | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 40 | 20 | 1 | 1 | 1 | | 4 | 4 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | | | |
| Хлорид никеля NiCl ₂ | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 20 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 30 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 90 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 95 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Хлорид калия KCl | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 1 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 1 | 8 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 1 | 10 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 1 | 15 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 1 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| Хлорид натрия NaCl | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 5 | 65 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 10 | 50 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 20 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 30 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| Тетрахлорид олова SnCl ₄ | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 20 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 30 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 40 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 100 | 50 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| | 100 | 80 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| Ферроцианид калия K ₃ Fe(CN) ₆ | 1 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 30 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |

| Коррозийное вещество | % | °C | NBR | VITRON | TEFLON | A 105 | AISI 304 | AISI 316 |
|---|-----|-----|-----|--------|--------|-------|----------|----------|
| | 40 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 60 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| Хлорид цинка ZnCl ₂ | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 50 | 80 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 50 | *** | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 80 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 100 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| Фторид натрия NaF | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 20 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 40 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 60 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 80 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| Формальдегид CH ₂ O | 20 | 100 | 2 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 40 | 100 | 2 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 50 | | 2 | | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 70 | 50 | 2 | | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 80 | 50 | 2 | | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 100 | 20 | 2 | | 1 | 4 | 1 | 1 |
| Этиленгликоль C ₂ H ₆ O ₂ | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 20 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| | 40 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| | 60 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| | 80 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| Гидроксид кальция Ca(OH) ₂ | 5 | 100 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2 |
| | 20 | 100 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| | 45 | 100 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2 |
| | 50 | 100 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | | | |
| Гидрохлорид натрия NaClO | 5 | 20 | 4 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 8 | 20 | 4 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 10 | 20 | 4 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 90 | 20 | 4 | 1 | 1 | 4 | | |

| Коррозийное вещество | % | °C | NBR | VITRON | | | | |
|---|-----|-----|-----|--------|---|---|---|---|
| | 95 | 20 | 4 | 1 | 1 | 4 | | |
| | 100 | 20 | 4 | 1 | 1 | 4 | | |
| Ртуть | 100 | 5 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Hg | 100 | 8 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 10 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 15 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 18 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Нефть | 100 | 20 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Нитрат аммония (NH ₄)NO ₃ | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 50 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 40 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 60 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 100 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| Нитрат калия KNO ₃ | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 20 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 50 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 60 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 80 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Нитрат натрия NaNO ₃ | 40 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 40 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 50 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 70 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 80 | 1 | 1 | 1 | 2 | | |
| Угарный газ CO | | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | 40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | 80 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | 100 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | 150 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | 200 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Перманганат калия KMnO ₄ | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 10 | 50 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |

1 – хорошее сопротивление, 2 – удовлетворительное сопротивление, 3 – недостаточное сопротивление, 4 – не рекомендуется, *** – кипение.



Коррозионная устойчивость (окончание)

| Коррозионное вещество | % | °C | NBR | VITRON | TEFLON | A 105 | AISI 304 | AISI 316 |
|-----------------------|-----|-----|-----|--------|--------|-------|----------|----------|
| | 20 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 20 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 30 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Сульфат алюминия | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| $Al_2(SO_4)_3$ | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 30 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 50 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 100 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| Сульфат аммония | 1 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| $(NH_4)_2SO_4$ | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 6 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | | |
| | 8 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | | |
| | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 3 | | |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| Сульфат железа | 1 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| $Fe_2(SO_4)_3$ | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 8 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Гептагидрат сульфата | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| железа $FeSO_4$ | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 20 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 40 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 50 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Сульфат магния | 30 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| $MgSO_4$ | 30 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | 40 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | | |
| | 50 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | | |
| | 50 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| | 100 | 100 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| Сульфат никеля | 1 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| $NiSO_4$ | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 1 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 5 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Сульфат калия | 1 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| K_2SO_4 | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |

| Коррозионное вещество | % | °C | NBR | VITRON | TEFLON | A 105 | AISI 304 | AISI 316 |
|-----------------------|-----|-----|-----|--------|--------|-------|----------|----------|
| | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 20 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Пентагидрат сульфата | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| меди $CuSO_4$ | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 30 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 50 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 70 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| Сульфат натрия | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Na_2SO_4 | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 10 | 50 | 1 | 1 | 1 | 2 | | |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 30 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Сульфат цинка | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| $ZnSO_4$ | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 20 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 30 | 100 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 4 | | |
| Сульфит натрия | 5 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| $NaSO_3$ | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 100 | 65 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 10 | 100 | 1 | 1 | 1 | 2 | | |
| | 20 | 100 | 1 | 1 | 1 | | | |
| | 30 | 50 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| Сульфид натрия | 10 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Na_2S | 10 | 80 | | | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 10 | 100 | | | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 30 | 100 | | | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 50 | 100 | | | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 20 | 1 | 1 | 1 | 2 | | |
| Трихлорэтилен | 100 | 10 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| $HClC=CCl_2$ | 100 | 20 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 40 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 50 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 80 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 100 | 100 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |

Максимальное рабочее давление в зависимости от диаметра трубы и толщины стенки (при 20°C)

| Диаметр трубы, мм. | Толщина стенки, мм | Макс. давление, кг/см ² |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 15 | 1 | 116 |
| 16 | 1 | 109 |
| 16 | 1,5 | 163 |
| 17,2 | 1,65 | 167 |
| 17,2 | 2 | 203 |
| 18 | 1 | 97 |
| 18 | 1,5 | 145 |
| 19,05 | 1 | 91 |
| 19,05 | 1,25 | 114 |
| 19,05 | 1,65 | 151 |
| 20 | 1 | 87 |
| 20 | 1,5 | 131 |
| 21,3 | 1,65 | 135 |
| 21,3 | 2 | 164 |
| 21,3 | 2,6 | 213 |
| 22 | 1 | 79 |
| 22 | 1,5 | 119 |
| 25,4 | 1 | 69 |
| 25,4 | 1,25 | 86 |
| 25,4 | 1,65 | 113 |
| 26,9 | 1,65 | 107 |
| 26,9 | 2 | 130 |
| 26,9 | 2,6 | 168 |
| 28 | 1 | 62 |
| 28 | 1,5 | 93 |
| 30 | 1 | 58 |
| 30 | 1,5 | 87 |
| 32 | 1 | 54 |
| 32 | 1,5 | 82 |
| 33,7 | 1,65 | 85 |
| 33,7 | 2 | 103 |
| 33,7 | 2,9 | 150 |
| 33,7 | 3,2 | 165 |
| 34 | 1 | 51 |

| Диаметр трубы, мм. | Толщина стенки, мм | Макс. давление, кг/см ² |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 34 | 1,5 | 77 |
| 38 | 1 | 46 |
| 38 | 1,5 | 69 |
| 40 | 1 | 44 |
| 40 | 1,5 | 66 |
| 42,4 | 1,65 | 68 |
| 42,4 | 2 | 82 |
| 42,4 | 2,6 | 107 |
| 42,4 | 2,9 | 119 |
| 42,4 | 3,2 | 132 |
| 44,5 | 1,5 | 59 |
| 44,5 | 2 | 78 |
| 48,3 | 1,65 | 60 |
| 48,3 | 2 | 72 |
| 48,3 | 2,6 | 94 |
| 48,3 | 2,9 | 105 |
| 48,3 | 3,2 | 115 |
| 50 | 1,5 | 52 |
| 50 | 2 | 70 |
| 53 | 1,5 | 49 |
| 54 | 2 | 65 |
| 60,3 | 1,65 | 48 |
| 60,3 | 2 | 58 |
| 60,3 | 2,6 | 75 |
| 60,3 | 2,9 | 84 |
| 60,3 | 3,2 | 92 |
| 60,3 | 3,6 | 104 |
| 70 | 1,5 | 37 |
| 70 | 2 | 50 |
| 76,1 | 1,65 | 38 |



Максимальное рабочее давление в зависимости от диаметра трубы и толщины стенки (при 20°C, окончание)

| Диаметр трубы, мм. | Толщина стенки, мм | Макс. давление, кг/см ² |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 76,1 | 2 | 46 |
| 76,1 | 2,6 | 60 |
| 76,1 | 2,9 | 66 |
| 76,1 | 3,2 | 73 |
| 76,1 | 3,6 | 82 |
| 83 | 1,5 | 31 |
| 84 | 2 | 41 |
| 88,9 | 1,65 | 32 |
| 88,9 | 2 | 39 |
| 88,9 | 2,6 | 51 |
| 88,9 | 2,9 | 57 |
| 88,9 | 3,2 | 63 |
| 88,9 | 3,6 | 71 |
| 88,9 | 4 | 78 |
| 101,6 | 1,65 | 28 |
| 101,6 | 2 | 34 |
| 101,6 | 3 | 51 |
| 103 | 1,5 | 25 |
| 104 | 2 | 34 |
| 114,3 | 1,65 | 25 |
| 114,3 | 2 | 30 |
| 114,3 | 2,6 | 40 |
| 114,3 | 2,9 | 44 |
| 114,3 | 3,2 | 49 |
| 114,3 | 3,6 | 55 |
| 114,3 | 4 | 61 |
| 129 | 2 | 27 |

| Диаметр трубы, мм. | Толщина стенки, мм | Макс. давление, кг/см ² |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 139,7 | 2 | 25 |
| 139,7 | 2,6 | 32 |
| 139,7 | 3 | 37 |
| 139,7 | 4 | 50 |
| 154 | 2 | 23 |
| 156 | 3 | 34 |
| 168,3 | 2 | 21 |
| 168,3 | 2,6 | 27 |
| 168,3 | 3 | 31 |
| 168,3 | 3,6 | 37 |
| 168,3 | 4 | 41 |
| 204 | 2 | 17 |
| 205 | 2,5 | 21 |
| 206 | 3 | 25 |
| 219,1 | 2 | 16 |
| 219,1 | 2,6 | 21 |
| 219,1 | 3 | 24 |
| 219,1 | 3,6 | 29 |
| 219,1 | 4 | 32 |
| 254 | 2 | 4 |
| 256 | 3 | 20 |
| 273 | 2 | 13 |
| 273 | 2,6 | 17 |
| 273 | 3 | 19 |
| 273 | 3,6 | 23 |
| 273 | 4 | 26 |

Прокат листовой

Горячекатаный и холоднокатаный

Вес одного листа, в зависимости от толщины и раскроя, кг. (Поверхность 2В, ВА, F1, декорированная, сатинированная, шлифованная, рифленая, сталь AISI 304/304L/309/310/316Ti/321/409/420/430)

| Толщина, мм | 1000x2000 | 1250x2500 | Длина x ширина, мм | | 2000x8000 |
|-------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|
| | | | 1500x3000 | 1500x6000 | |
| 0,50 | 8,00 | 12,50 | 18,00 | 36,00 | 64,00 |
| 0,60 | 9,60 | 15,00 | 21,60 | 43,20 | 76,80 |
| 0,70 | 11,20 | 17,50 | 25,20 | 50,40 | 89,60 |
| 0,80 | 12,80 | 20,00 | 28,80 | 57,60 | 102,40 |
| 0,90 | 14,40 | 22,50 | 32,40 | 64,80 | 115,20 |
| 1,00 | 16,00 | 25,00 | 36,00 | 72,00 | 128,00 |
| 1,20 | 19,20 | 30,00 | 43,20 | 86,40 | 153,60 |
| 1,25 | 20,00 | 31,25 | 45,00 | 90,00 | 160,00 |
| 1,50 | 24,00 | 37,50 | 54,00 | 108,00 | 192,00 |
| 2,00 | 32,00 | 50,00 | 72,00 | 144,00 | 256,00 |
| 2,50 | 40,00 | 62,50 | 90,00 | 180,00 | 320,00 |
| 3,00 | 48,00 | 75,00 | 108,00 | 216,00 | 384,00 |
| 3,50 | 56,00 | 87,50 | 126,00 | 252,00 | 448,00 |
| 4,00 | 64,00 | 100,00 | 144,00 | 288,00 | 512,00 |
| 5,00 | 80,00 | 125,00 | 180,00 | 360,00 | 640,00 |
| 6,00 | 98,00 | 150,00 | 216,00 | 432,00 | 768,00 |
| 8,00 | 128,00 | 200,00 | 288,00 | 576,00 | 1024,00 |
| 10,00 | 160,00 | 250,00 | 360,00 | 720,00 | 1280,00 |
| 12,00 | 192,00 | 300,00 | 432,00 | 864,00 | 1536,00 |
| 14,00 | 224,00 | 350,00 | 504,00 | 1008,00 | 1792,00 |
| 15,00 | 240,00 | 375,00 | 540,00 | 1080,00 | 1920,00 |
| 16,00 | 256,00 | 400,00 | 576,00 | 1152,00 | 2048,00 |
| 18,00 | 288,00 | 450,00 | 648,00 | 1296,00 | 2304,00 |
| 20,00 | 320,00 | 500,00 | 720,00 | 1440,00 | 2560,00 |
| 22,00 | 352,00 | 550,00 | 792,00 | 1584,00 | 2816,00 |
| 24,00 | 384,00 | 600,00 | 864,00 | 1728,00 | 3072,00 |
| 25,00 | 400,00 | 625,00 | 900,00 | 1800,00 | 3200,00 |
| 28,00 | 448,00 | 700,00 | 1008,00 | 2016,00 | 3584,00 |
| 30,00 | 480,00 | 750,00 | 1080,00 | 2160,00 | 3840,00 |
| 32,00 | 512,00 | 800,00 | 1152,00 | 2304,00 | 4096,00 |
| 35,00 | 560,00 | 875,00 | 1260,00 | 2520,00 | 4480,00 |
| 36,00 | 576,00 | 900,00 | 1296,00 | 2592,00 | 4608,00 |
| 40,00 | 640,00 | 1000,00 | 1440,00 | 2880,00 | 5120,00 |



Труба круглая

Вес 1 метра трубы в зависимости от диаметра и толщины стенки, кг

| Диаметр, мм | Толщина, мм | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| | 1 | 1,2 | 1,5 | 1,6 | 2 | 2,5 | 2,6 | 3 | 3,2 | 3,6 | 4 | |
| 6 | 0,125 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 8 | 0,175 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 10 | 0,225 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 12 | 0,275 | 0,325 | 0,394 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 14 | 0,326 | 0,385 | 0,47 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 15 | 0,351 | 0,415 | 0,507 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 16 | 0,376 | 0,445 | 0,545 | 0,577 | 0,701 | — | — | — | — | — | — | — |
| 17,2 | 0,406 | 0,481 | 0,59 | 0,625 | 0,761 | — | — | — | — | — | — | — |
| 18 | 0,426 | 0,505 | 0,62 | 0,657 | 0,801 | 0,97 | — | — | — | — | — | — |
| 19,05 | 0,452 | 0,536 | 0,659 | 0,699 | 0,854 | 1,036 | — | — | — | — | — | — |
| 20 | 0,476 | 0,565 | 0,695 | 0,737 | 0,901 | 1,096 | 1,133 | 1,277 | — | — | — | — |
| 21,3 | 0,508 | 0,604 | 0,744 | 0,789 | 0,967 | 1,177 | 1,217 | 1,375 | — | — | — | — |
| 22 | 0,526 | 0,625 | 0,77 | 0,817 | 1,002 | — | — | — | — | — | — | — |
| 25 | 0,601 | 0,715 | 0,883 | 0,937 | 1,152 | 1,409 | 1,458 | 1,653 | — | — | — | — |
| 25,4 | 0,611 | 0,727 | 0,898 | 0,954 | 1,172 | 1,434 | 1,484 | 1,683 | — | — | — | — |
| 26,9 | 0,649 | 0,772 | 0,954 | 1,014 | 1,247 | 1,527 | 1,582 | 1,795 | — | — | — | — |
| 28 | 0,676 | 0,805 | 0,995 | 1,058 | 1,302 | — | — | — | — | — | — | — |
| 30 | 0,726 | 0,865 | 1,07 | 1,138 | 1,402 | 1,722 | 1,784 | — | — | — | — | — |
| 31,75 | 0,77 | 0,918 | 1,136 | 1,208 | 1,49 | 1,831 | 1,898 | 2,16 | — | — | — | — |
| 32 | 0,776 | 0,925 | 1,146 | 1,218 | 1,502 | 1,847 | 1,914 | 2,178 | — | — | — | — |
| 33 | — | 0,956 | 1,183 | 1,258 | 1,552 | — | — | — | — | — | — | — |
| 33,7 | 0,819 | 0,977 | 1,209 | 1,286 | 1,588 | 1,953 | 2,025 | 2,306 | 2,444 | — | — | — |
| 34 | 0,826 | 0,986 | 1,221 | 1,298 | 1,603 | 1,972 | — | — | — | — | — | — |
| 35 | 0,851 | 1,016 | 1,258 | 1,338 | 1,653 | 2,035 | — | — | — | — | — | — |
| 38,1 | 0,929 | 1,109 | 1,375 | 1,462 | 1,808 | 2,229 | 2,311 | 2,637 | — | — | — | — |
| 40 | 0,977 | 1,166 | 1,446 | 1,538 | 1,903 | 2,348 | 2,453 | 2,779 | — | — | — | — |
| 42 | — | 1,226 | 1,521 | 1,619 | 2,003 | — | — | — | — | — | — | — |
| 42,4 | 1,037 | 1,238 | 1,536 | 1,635 | 2,023 | 2,498 | 2,591 | 2,96 | 3,141 | 3,498 | 3,846 | — |
| 43 | 1,052 | 1,256 | 1,559 | 1,659 | 2,053 | 2,535 | — | — | — | — | — | — |
| 44,5 | 1,089 | 1,301 | 1,615 | 1,719 | 2,128 | 2,629 | 2,728 | 3,117 | — | — | — | — |
| 45 | 1,102 | 1,316 | 1,634 | 1,739 | 2,153 | 2,661 | — | — | — | — | — | — |
| 48,3 | 1,184 | 1,415 | 1,758 | 1,871 | 2,319 | 2,867 | 2,975 | 3,403 | 3,614 | 4,029 | 4,437 | — |
| 50 | 1,227 | 1,466 | 1,822 | 1,939 | 2,404 | 2,974 | 3,086 | 3,531 | 3,75 | 4,183 | 4,607 | — |
| 50,8 | 1,247 | 1,49 | 1,852 | 1,971 | 2,444 | 3,024 | 3,138 | 3,591 | 3,814 | 4,255 | 4,687 | — |
| 51 | 1,252 | 1,496 | 1,859 | 1,979 | 2,454 | 3,036 | 3,151 | 3,606 | 3,83 | 4,273 | 4,708 | — |
| 52 | 1,277 | 1,526 | 1,897 | 2,019 | 2,504 | 3,099 | — | — | — | — | — | — |
| 53 | 1,302 | 1,556 | 1,934 | 2,059 | 2,554 | 3,161 | 3,281 | 3,756 | 3,99 | — | — | — |
| 54 | 1,327 | 1,587 | 1,972 | 2,099 | 2,604 | 3,224 | 3,346 | 3,831 | 4,071 | — | — | — |
| 57 | 1,402 | 1,677 | 2,085 | 2,22 | 2,754 | 3,412 | 3,542 | 4,056 | 4,311 | 4,814 | 5,308 | — |

| Диаметр, мм | Толщина, мм | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 1,2 | 1,5 | 1,6 | 2 | 2,5 | 2,6 | 3 | 3,2 | 3,6 | 4 |
| 60,3 | 1,485 | 1,776 | 2,209 | 2,352 | 2,92 | 3,618 | 3,757 | 4,304 | 4,575 | 5,111 | 5,639 |
| 63,5 | 1,565 | 1,872 | 2,329 | 2,48 | 3,08 | 3,819 | 3,965 | 4,545 | 4,832 | 5,4 | 5,96 |
| 70 | 1,728 | 2,067 | 2,573 | 2,74 | 3,405 | 4,226 | 4,388 | 5,033 | 5,353 | 5,986 | 6,611 |
| 76,1 | 1,881 | 2,251 | 2,802 | 2,985 | 3,711 | 4,607 | 4,785 | 5,491 | 5,841 | 6,535 | 7,222 |
| 80 | — | 2,368 | 2,948 | 3,141 | 3,906 | 4,852 | 5,039 | 5,784 | 6,154 | 6,887 | 7,612 |
| 83 | — | 2,458 | 3,061 | 3,261 | 4,056 | 5,039 | 5,234 | 6,01 | 6,394 | 7,157 | 7,913 |
| 84 | — | 2,488 | 3,099 | 3,301 | 4,107 | 5,102 | 5,299 | 6,085 | 6,474 | 7,248 | 8,013 |
| 85 | — | 2,518 | 3,136 | 3,341 | 4,157 | 5,165 | 5,365 | 6,16 | 6,554 | 7,338 | 8,113 |
| 88,9 | — | 2,635 | 3,283 | 3,498 | 4,352 | 5,409 | 5,618 | 6,453 | 6,867 | 7,689 | 8,504 |
| 95 | — | — | 3,512 | 3,742 | 4,657 | 5,791 | 6,016 | 6,911 | 7,356 | 8,239 | 9,115 |
| 101,6 | — | — | 3,76 | 4,006 | 4,988 | 6,204 | 6,445 | 7,407 | 7,885 | 8,834 | 9,776 |
| 103 | — | — | 3,812 | 4,062 | 5,058 | 6,291 | 6,536 | 7,512 | 7,997 | 8,96 | 9,916 |
| 104 | — | — | 3,85 | 4,103 | 5,108 | 6,354 | 6,602 | 7,587 | 8,077 | 9,05 | 10,016 |
| 108 | — | — | 4,00 | 4,263 | 5,308 | 6,604 | 6,862 | 7,888 | 8,397 | 9,411 | 10,417 |
| 114,3 | — | — | 4,237 | 4,515 | 5,624 | 6,999 | 7,272 | 8,361 | 8,902 | 9,979 | 11,048 |
| 129 | — | — | 4,789 | 5,104 | 6,36 | 7,919 | 8,229 | 9,465 | 10,08 | 11,304 | 12,52 |
| 139,7 | — | — | 5,191 | 5,533 | 6,896 | 8,589 | 8,926 | 10,269 | 10,937 | 12,269 | 13,592 |
| 153 | — | — | 5,69 | 6,066 | 7,562 | 9,421 | 9,792 | 11,268 | 12,003 | 13,468 | 14,924 |
| 154 | — | — | — | — | 7,612 | 9,484 | 9,857 | 11,343 | 12,083 | 13,558 | 15,024 |
| 155 | — | — | — | — | — | 9,546 | — | — | — | — | — |
| 156 | — | — | — | — | 7,712 | 9,609 | 9,987 | 11,493 | 12,244 | 13,738 | 15,224 |
| 168,3 | — | — | — | — | 8,328 | 10,379 | 10,788 | 12,417 | 13,229 | 14,847 | 16,456 |
| 204 | — | — | — | — | 10,116 | 12,614 | 13,112 | 15,099 | 16,09 | 18,065 | 20,032 |
| 206 | — | — | — | — | 10,216 | 12,739 | 13,242 | 15,249 | 16,25 | 18,245 | 20,232 |
| 219,1 | — | — | — | — | 10,872 | 13,559 | 14,095 | 16,233 | 17,3 | 19,426 | 21,544 |
| 254 | — | — | — | — | 12,62 | 15,744 | 16,367 | 18,855 | 20,096 | 22,572 | 25,04 |
| 255 | — | — | — | — | 12,67 | 15,807 | 16,432 | 18,93 | 20,176 | 22,662 | 25,14 |
| 256 | — | — | — | — | 12,72 | 15,869 | 16,497 | 19,005 | 20,256 | 22,752 | 25,24 |
| 273 | — | — | — | — | 13,572 | 16,933 | 17,604 | 20,282 | 21,619 | 24,285 | 26,943 |
| 304 | — | — | — | — | 15,124 | 18,874 | 19,622 | 22,611 | 24,103 | 27,079 | 30,048 |
| 306 | — | — | — | — | 15,224 | 18,999 | 19,753 | 22,761 | 24,263 | 27,26 | 30,248 |
| 323,9 | — | — | — | — | 16,121 | 20,12 | 20,918 | 24,106 | 25,697 | 28,873 | 32,041 |
| 355,6 | — | — | — | — | 17,708 | 22,104 | 22,982 | 26,487 | 28,237 | 31,731 | 35,216 |
| 406,4 | — | — | — | — | — | 24,88 | 25,87 | 29,82 | 31,79 | 35,73 | 39,66 |



Труба квадратная

Вес 1 метра трубы в зависимости от размера и толщины стенки, кг

| Размеры | | Толщина | | | | | | | | |
|---------|-------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| А, мм | В, мм | 1 | 1,2 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 12 | 12 | 0,358 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 15 | 15 | 0,453 | 0,538 | 0,661 | — | — | — | — | — | — |
| 16 | 16 | 0,485 | 0,576 | 0,709 | — | — | — | — | — | — |
| 19 | 19 | 0,567 | 0,675 | 0,832 | 1,09 | — | — | — | — | — |
| 20 | 20 | 0,613 | 0,729 | 0,901 | 1,176 | — | — | — | — | — |
| 22 | 22 | 0,677 | 0,806 | 0,996 | 1,303 | — | — | — | — | — |
| 25 | 25 | 0,772 | 0,921 | 1,14 | 1,495 | 1,837 | 2,167 | — | — | — |
| 30 | 30 | 0,932 | 1,112 | 1,379 | 1,814 | 2,236 | 2,645 | — | — | — |
| 32 | 32 | 0,96 | 1,15 | 1,42 | 1,87 | 2,31 | 2,74 | — | — | — |
| 35 | 35 | 1,091 | 1,304 | 1,618 | 2,133 | 2,635 | 3,124 | — | — | — |
| 40 | 40 | 1,251 | 1,495 | 1,858 | 2,452 | 3,033 | 3,602 | 4,703 | — | — |
| 45 | 45 | 1,41 | 1,686 | 2,097 | 2,771 | 3,432 | 4,081 | — | — | — |
| 50 | 50 | — | 1,878 | 2,336 | 3,09 | 3,831 | 4,559 | 5,979 | 7,349 | — |
| 60 | 60 | — | — | 2,814 | 3,728 | 4,628 | 5,516 | 7,255 | 8,943 | — |
| 70 | 70 | — | — | 3,293 | 4,366 | 5,426 | 6,473 | 8,531 | 10,538 | — |
| 80 | 80 | — | — | 3,771 | 5,004 | 6,223 | 7,43 | 9,807 | 12,133 | 14,41 |
| 100 | 100 | — | — | 4,728 | 6,279 | 7,818 | 9,344 | 12,359 | 15,323 | 18,237 |
| 120 | 120 | — | — | — | 7,555 | 9,413 | 11,258 | 14,91 | 18,513 | 22,065 |
| 140 | 140 | — | — | — | 8,831 | 11,008 | 13,172 | 17,462 | 21,703 | 25,893 |
| 150 | 150 | — | — | — | 9,469 | 11,805 | 14,129 | 18,738 | 23,298 | 27,807 |
| 200 | 200 | — | — | — | 12,659 | 15,793 | 18,913 | 25,118 | 31,272 | 37,376 |

Труба прямоугольная

Вес 1 метра трубы в зависимости от размера и толщины стенки, кг

| Размеры | | Толщина, мм | | | | | | | | |
|---------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|---|
| А, мм | В, мм | 1 | 1,2 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 15 | 10 | 0,37 | 0,44 | 0,54 | — | — | — | — | — | — |
| 20 | 10 | 0,453 | 0,538 | 0,661 | — | — | — | — | — | — |
| 20 | 15 | 0,533 | 0,634 | 0,781 | 1,016 | — | — | — | — | — |
| 25 | 10 | 0,533 | 0,634 | 0,781 | — | — | — | — | — | — |
| 25 | 15 | 0,613 | 0,729 | 0,901 | 1,176 | — | — | — | — | — |
| 25 | 20 | 0,693 | 0,825 | 1,02 | 1,335 | — | — | — | — | — |
| 30 | 10 | 0,613 | 0,729 | 0,901 | 1,176 | — | — | — | — | — |
| 30 | 15 | 0,693 | 0,825 | 1,02 | 1,335 | — | — | — | — | — |
| 30 | 20 | 0,772 | 0,921 | 1,14 | 1,495 | 1,837 | 2,167 | — | — | — |
| 30 | 25 | 0,84 | 1 | 1,24 | 1,63 | — | — | — | — | — |
| 35 | 15 | 0,76 | 0,91 | 1,13 | 1,48 | — | — | — | — | — |
| 35 | 20 | 0,852 | 1,017 | 1,259 | 1,654 | 2,036 | 2,406 | — | — | — |

| Размеры | | Толщина, мм | | | | | | | | |
|---------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| A, мм | B, мм | 1 | 1,2 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 40 | 10 | 0,76 | 0,91 | 1,13 | 1,48 | — | — | — | — | — |
| 40 | 15 | 0,852 | 1,017 | 1,259 | 1,654 | 2,036 | 2,406 | — | — | — |
| 40 | 20 | 0,932 | 1,112 | 1,379 | 1,814 | 2,236 | 2,645 | — | — | — |
| 40 | 27 | 1,044 | 1,246 | 1,547 | 2,037 | 2,515 | 2,98 | — | — | — |
| 40 | 30 | 1,091 | 1,304 | 1,618 | 2,133 | 2,635 | 3,124 | — | — | — |
| 45 | 15 | 0,91 | 1,09 | 1,35 | 1,78 | — | — | — | — | — |
| 45 | 20 | 0,99 | 1,18 | 1,46 | 1,92 | — | — | — | — | — |
| 50 | 10 | 0,91 | 1,09 | 1,35 | 1,78 | — | — | — | — | — |
| 50 | 20 | 1,091 | 1,304 | 1,618 | 2,133 | 2,635 | 3,124 | — | — | — |
| 50 | 25 | 1,171 | 1,399 | 1,738 | 2,292 | 2,834 | 3,363 | — | — | — |
| 50 | 30 | 1,251 | 1,495 | 1,858 | 2,452 | 3,033 | 3,602 | — | — | — |
| 50 | 40 | 1,41 | 1,686 | 2,097 | 2,771 | 3,432 | 4,081 | — | — | — |
| 60 | 20 | 1,251 | 1,495 | 1,858 | 2,452 | 3,033 | 3,602 | — | — | — |
| 60 | 30 | 1,41 | 1,686 | 2,097 | 2,771 | 3,432 | 4,081 | — | — | — |
| 60 | 40 | — | 1,878 | 2,336 | 3,09 | 3,831 | 4,559 | 5,979 | — | — |
| 70 | 20 | — | 1,65 | 2,05 | 2,71 | 3,36 | 4 | — | — | — |
| 70 | 30 | — | — | 2,29 | 3,03 | 3,76 | 4,48 | — | — | — |
| 70 | 40 | — | — | 2,575 | 3,409 | 4,229 | 5,038 | — | — | — |
| 80 | 20 | — | — | 2,29 | 3,03 | 3,76 | 4,48 | — | — | — |
| 80 | 30 | — | — | 2,53 | 3,35 | 4,16 | 4,96 | — | — | — |
| 80 | 40 | — | — | 2,814 | 3,728 | 4,628 | 5,516 | 7,255 | 8,943 | 10,582 |
| 80 | 50 | — | — | 3,01 | 4 | 4,96 | 5,92 | 7,79 | 9,62 | 11,39 |
| 80 | 60 | — | — | 3,293 | 4,366 | 5,426 | 6,473 | 8,531 | 10,538 | 12,496 |
| 100 | 20 | — | — | 2,76 | 3,65 | 4,54 | 5,41 | — | — | — |
| 100 | 30 | — | — | 3,01 | 4 | 4,96 | 5,92 | — | — | — |
| 100 | 40 | — | — | 3,293 | 4,366 | 5,426 | 6,473 | 8,531 | 10,538 | 12,496 |
| 100 | 50 | — | — | 3,532 | 4,685 | 5,824 | 6,952 | 9,169 | 11,336 | 13,453 |
| 100 | 60 | — | — | 3,771 | 5,004 | 6,223 | 7,43 | 9,807 | 12,133 | 14,41 |
| 100 | 80 | — | — | 4,25 | 5,641 | 7,021 | 8,387 | 11,083 | 13,728 | 16,324 |
| 120 | 40 | — | — | 3,771 | 5,004 | 6,223 | 7,43 | 9,807 | 12,133 | 14,41 |
| 120 | 60 | — | — | 4,25 | 5,641 | 7,021 | 8,387 | 11,083 | 13,728 | 16,324 |
| 120 | 80 | — | — | 4,728 | 6,279 | 7,818 | 9,344 | 12,359 | 15,323 | 18,237 |
| 140 | 80 | — | — | — | — | — | 10,301 | 13,635 | 16,918 | 20,151 |
| 150 | 50 | — | — | — | — | — | 9,344 | 12,359 | 15,323 | 18,237 |
| 150 | 100 | — | — | — | — | — | 11,736 | 15,548 | 19,31 | 23,022 |
| 160 | 80 | — | — | — | — | — | 11,258 | 14,91 | 18,513 | 22,065 |
| 200 | 100 | — | — | — | — | — | 14,129 | 18,738 | 23,298 | 27,807 |



Прокат горячекатаный шестигранный в прутках

Сталь AISI 304/321. Вес 1 метра

| | | | | | | | | |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Размер в мм | 8 | 10 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 0.435 | 0.680 | 0.980 | 1.140 | 1.330 | 1.520 | 1.730 | 1.960 |
| Размер в мм | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 2.180 | 2.450 | 2.700 | 3.000 | 3.290 | 3.570 | 3.920 | 4.210 |
| Размер в мм | 26 | 27 | 28 | 30 | 32 | 4 | 35 | 36 |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 4.600 | 4.960 | 5.290 | 6.120 | 6.960 | 7.860 | 8.330 | 8.810 |
| Размер в мм | 38 | 40 | 41 | 42 | 45 | 46 | 48 | 50 |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 9.810 | 10.880 | 11.430 | 12.000 | 13.770 | 14.390 | 15.670 | 17.000 |
| Размер в мм | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | | |
| Вес 1 п.м./кг.) | 20.57 | 24.48 | 28.720 | 32.250 | 38.240 | 43.500 | | |

Прокат круглый в прутках

Сталь AISI 304/321, калиброванный н9. Вес 1 метра

| | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Диаметр в мм | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 0,06 | 0,10 | 0,15 | 0,22 | 0,30 | 0,39 | 0,62 | 0,89 |
| Диаметр в мм | 14 | 15 | 16 | 18 | 20 | 22 | 23 | 24 |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 1,21 | 1,39 | 1,58 | 2,00 | 2,47 | 2,98 | 3,26 | 3,55 |
| Диаметр в мм | 25 | 28 | 30 | 32 | 35 | 36 | 38 | 40 |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 3,85 | 4,83 | 5,55 | 6,31 | 7,55 | 7,99 | 8,90 | 9,87 |
| Диаметр в мм | 42 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 80 |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 10,88 | 12,49 | 15,41 | 18,65 | 22,20 | 26,05 | 30,21 | 39,46 |
| Диаметр в мм | 85 | 90 | 95 | 100 | | | | |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 44,55 | 49,94 | 55,64 | 61,65 | | | | |

Прокат горячекатаный угловой в прутках

Din 1028, сталь AISI304/321. Вес 1 метра.

| Размер, в мм | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 10,0 |
|--------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 20x20 | 0.63 | 0.88 | 1.14 | | | | | |
| 25x25 | | 1.12 | 1.45 | 1.77 | | | | |
| 30x30 | | 1.36 | 1.78 | 2.17 | 2.54 | | | |
| 40x40 | | 1.88 | 2.42 | 2.97 | 3.52 | 4.60 | | |
| 50x50 | | 2.36 | 3.07 | 3.77 | 4.40 | 5.13 | 5,82 | 7,06 |
| 60x60 | | | | 4.58 | 5.42 | 6.24 | 7,09 | 8,69 |
| 70x70 | | | | | 6.42 | 7.38 | | 10,30 |
| 80x80 | | | | | 7.37 | | 9,66 | 11,90 |
| 100x100 | | | | | 9.28 | 10.80 | 12,40 | 15,10 |

Прокат горячекатаный квадратный в прутках

Сталь AISI 304/321. Вес 1 метра

| | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Размер в мм | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 0.502 | 0.636 | 0.785 | 1.130 | 1.330 | 1.540 | 1.770 | 2.010 |
| Размер в мм | 18 | 20 | 22 | 24 | 25 | 26 | 28 | 30 |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 2.540 | 3.140 | 3.800 | 4.520 | 4.910 | 5.260 | 6.100 | 7.060 |
| Размер в мм | 32 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 8.040 | 9.620 | 12.560 | 15.900 | 19.630 | 23.700 | 28.260 | 38.500 |
| Размер в мм | 80 | 90 | 100 | | | | | |
| Вес 1 п.м.(кг.) | 50.200 | 63.590 | 78.500 | | | | | |

Полоса

Вес 1 метра.

| Ширина, мм | Толщина, мм | | | | | | | |
|------------|-------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| 10 | 0,16 | 0,24 | 0,32 | 0,4 | — | — | — | — |
| 12 | 0,19 | 0,29 | 0,38 | 0,48 | 0,57 | — | — | — |
| 15 | 0,24 | 0,36 | 0,48 | 0,6 | 0,72 | — | — | — |
| 20 | 0,32 | 0,48 | 0,64 | 0,8 | 0,95 | 1,27 | 1,59 | — |
| 25 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 0,99 | 1,19 | 1,59 | 1,99 | — |
| 30 | 0,48 | 0,72 | 0,95 | 1,19 | 1,43 | 1,91 | 2,39 | — |
| 35 | 0,56 | 0,83 | 1,11 | 1,39 | 1,67 | 2,23 | 2,78 | — |
| 40 | 0,64 | 0,95 | 1,27 | 1,59 | 1,91 | 2,54 | 3,18 | 3,82 |
| 45 | 0,72 | 1,07 | 1,43 | 1,79 | 2,15 | 2,86 | 3,58 | 4,29 |
| 50 | 0,8 | 1,19 | 1,59 | 1,99 | 2,39 | 3,18 | 3,98 | 4,77 |
| 60 | — | 1,43 | 1,91 | 2,39 | 2,86 | 3,82 | 4,77 | 5,72 |
| 65 | — | 1,55 | 2,07 | 2,58 | 3,1 | 4,13 | 5,17 | 6,2 |
| 70 | — | 1,67 | 2,23 | 2,78 | 3,34 | 4,45 | 5,57 | 6,68 |
| 75 | — | 1,79 | 2,39 | 2,98 | 3,58 | 4,77 | 5,96 | 7,16 |
| 80 | — | 1,91 | 2,54 | 3,18 | 3,32 | 5,09 | 6,36 | 7,63 |
| 90 | — | 2,15 | 2,86 | 3,58 | 4,29 | 5,72 | 7,16 | 8,59 |
| 100 | — | 2,39 | 3,18 | 3,98 | 4,77 | 6,36 | 7,95 | 9,54 |
| 110 | — | — | 3,5 | 4,37 | 5,25 | 7 | 8,75 | 10,49 |
| 120 | — | — | 3,82 | 4,77 | 5,72 | 7,63 | 9,54 | 11,45 |
| 130 | — | — | — | 5,17 | 6,2 | 8,27 | 10,34 | 12,4 |
| 140 | — | — | — | 5,57 | 6,68 | 8,9 | 11,13 | 13,36 |
| 150 | — | — | — | 5,96 | 7,16 | 9,54 | 11,93 | 14,31 |
| 200 | — | — | — | 7,95 | 9,54 | 12,72 | 15,9 | 19,08 |





Передовые технологии для мировой химической промышленности

GEA Process Engineering – основной поставщик комплексных решений для мировой химической промышленности и нефтепереработки. Мы предлагаем технологические установки и оборудование и технологии для переработки широкого круга продуктов органической и неорганической химии, переработки сточных вод и отходящих газов:

- выпаривание и кристаллизация
- дистилляция
- мембранная фильтрация
- сушка
- мокрая очистка отходящих газов
- вакуумсоздающие системы
- гидроструйное перемешивание

Комплекс услуг по автоматизации, шефмонтажу и пусконаладке, а также послепродажное обслуживание позволяют нам стать ближе к заказчикам и реализовывать проекты на высочайшем уровне качества, отвечая самым высоким требованиям к безопасности и эффективности производства.

ГЕА Процессный инжиниринг, ООО

Россия, 125094, г. Москва, ул. Семеновский Вал, д. 6 стр. 1
Тел.: +7 495 787 2026, факс: +7 495 787 2029
e-mail: prl@gea.com, www.gea-pa.ru