

## “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:

- мотвилами 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

AISI 316 L

Толщина рифления

для толщины  $\leq 4$  мм  
для толщины  $> 4$  мм

Отклонение по ширине

Отклонение по длине

Отклонение от плоскостности

Сертификация

3.2x1000 мм

4,5/5,6x1000/1250 мм

4/5x1000 мм

5/6x1000/1250 мм

1,39 мм

1,52 мм

-0 +3,5 мм

-0 +10 мм

15 мм макс. каждые 2000 мм

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 ( $Cu = 1.5/2.0\% — 2.0/4.0\%$ ). 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<sub>23</sub>C<sub>6</sub> 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<sub>23</sub>C<sub>6</sub> 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 незакаливаемая, 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 незакаливаемая, 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 незакаливаемая, 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 незакаливаемая, 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 незакаливаемая, 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 формоизменение (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 ДН 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 ДИН 17 457	BA
	Термически не обработанные		Гладкая металлическая по классу исполнения „к 0“ или „к 1“ по стандарту ДИН 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 ДИН 17457	BC
	Термически не обработанные		Гладкая металлическая по классу исполнения „к 0“ или „к 1“ по стандарту ДИН 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 <sup>2</sup>	рр 02%	рр 1%	l <sub>0</sub> = 80 < 3 мм l <sub>0</sub> = 5d > 3 мм	HRB
		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	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
И ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ	1,4510	S43035	0,04	—	18	—	—	Ti	00Cr17	STS 430LX	09X17T	CR
	1,4021	S42010	0,20	—	13	—	—	—	2Cr13	STS 420J1	20X13	HNBR
Дупл.	1,4028	420	0,30	—	12,5	—	—	—	3Cr13	STS 420J2	30X13	NR
	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

Коррозионное вещество	%	°C	NBR	VITRON	TEFLON	A 105	AISI 304	AISI 316
Медный ацетат 5 (CH <sub>2</sub> COO) <sub>2</sub> CuH <sub>2</sub> 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 <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	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 <sub>3</sub> 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 <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	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 <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> 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 COOHCH <sub>2</sub> OHCOOH	5	65		1	1	4	1	1
	10	20		1	1	4		
CH <sub>2</sub> COOH	10	100		1	1	4	2	2
	15	***		1	1	4	1	1
	50	100		1	1	4	2	2

Коррозионное 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 <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	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 <sub>3</sub> 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 <sub>2</sub> 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 <sub>3</sub>	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 <sub>2</sub>	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	
HOОССООН	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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	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 <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	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 <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> 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 <sub>13</sub> H <sub>9</sub> O <sub>7</sub> 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	1	4	1	1
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub>	40	100	1	1	1	4		
	300	60	1	1	1	4		
	50	80	1	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	1	4	1	1
Перекись водорода	30	100	1	1	1	4	2	2
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	40	100	1	1	1	4	2	2
	90	20	1	1	1	4	1	1
	90	50	1	1	1	4	1	1
	100	20	1	1	1	4	2	1
	100	100	1	1	1	4	1	2
Аммиак	30	80	2		1	1	2	2
NH <sub>3</sub>	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 <sub>2</sub>	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 <sub>4</sub> )HCO <sub>3</sub>	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 <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	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 <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5	20	1	2	1	2	2	2

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



## Коррозионная устойчивость (продолжение)

Коррозийное 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 <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	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 <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	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 <sub>3</sub>	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 <sub>4</sub> )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

Коррозийное вещество	%	°C	NBR	VITRON	TEFLON	A 105	AISI 304	AISI 316
Хлорид бария BaCl <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	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 <sub>4</sub>	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 <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	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 <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	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) <sub>2</sub>	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 <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	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 <sub>3</sub>	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 <sub>3</sub>	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 <sub>4</sub>	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 <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
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](mailto:prl@gea.com), [www.gea-pa.ru](http://www.gea-pa.ru)