



### ПРОИЗВОДИТЕЛИ

ВТЗ, СинТЗ

### НАЗНАЧЕНИЕ ТРУБ

Котельные трубы предназначены для паровых котлов и трубопроводов с высокими и сверхкритическими параметрами пара.

### ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Холоднодеформированные котельные трубы производятся на Синарском трубном заводе из трубной заготовки, поставляемой с металлургических комбинатов, либо из передельных горячепрессованных труб производства Волжского трубного завода. Трубы изготавливаются длиной 3 - 12м.

Горячедеформированные котельные трубы производятся на Волжском и Синарском трубных заводах из трубной заготовки, поставляемой с металлургических комбинатов, либо из непрерывной заготовки производства

Горячедеформированные котельные трубы на ВТЗ изготавливаются методом горячего прессования. По результатам исследований этот метод имеет следующие преимущества перед традиционной горячей прокаткой:

- за равный промежуток времени при эксплуатации паровых котлов на прессованных трубах оседает слой накипи в четыре раза меньше, чем на катаных;
- прессованные трубы имеют более высокие средние прочности (на 5-7%) и пластичности (на 10-14%), чем катаные, что уменьшает вероятность их разрушения по сравнению с катаными трубами в 5 раз.

# БЕСШОВНЫЕ ТРУБЫ

трубы для теплоэнергетики

## СТАНДАРТЫ

| Наименование нормативного технического документа   | Размеры труб         |                    | Марка стали  |
|--|----------------------|--------------------|--|
|  | Наружный диаметр, мм | Толщина стенки, мм |  |
| ТУ 14-3Р-55-2001<br>Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов  | 10-63**              | 2,0-6,0            | 20, 15ГС, 20ПВ<br>15ХМ, 12Х1МФ<br>12Х18Н12Т, 15Х1М1Ф |
|  | 42-245               | 4,0-40,0           |  |
| ТУ 14-3-460-2009<br>Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов  | 10-63**              | 2,0-6,0            | 20, 15ГС, 20ПВ<br>15ХМ, 12Х1МФ<br>12Х18Н12Т, 15Х1М1Ф |
|  | 42-245               | 4,0-40,0           |  |
| ТУ 14-3-796-79<br>Трубы котельные из коррозионностойких марок стали  | 10-60**              | 2,0-6,0            | 12Х18Н12Т  |
| ТУ 14-3-190-2004<br>Трубы стальные бесшовные для котельных установок и трубопроводов *                                       | 5-76**               | 0,8-10,0           | 10, 20   |
|  | 28-426               | 2,8-30,0           | 10, 20   |
| DIN EN 10216-2 (DIN 17175)<br>Бесшовные стальные трубы для работы под давлением  | 21,3-76,1            | 2,9-6,3            | 16Мо3, P235GH  |
|  | 42,4-219,1           | 4,0-30,0           | P195GH, P235GH, P265GH,<br>16Мо3, 13CrMo4-5          |
| ASTM A106/A106M<br>Стандартные требования к бесшовным трубам из углеродистой стали для эксплуатации при высоких температурах | 10,3-406,4           | 1,73-34,8          | A, B, C  |
| ASTM A210/A210M<br>Трубы стальные бесшовные котельные из среднеуглеродистой стали и трубы для паронагревателя                | 57-127               | 4,0-12,7           | A-1, C   |
| ASTM A335/A335M<br>Бесшовные трубы из ферритных сталей для эксплуатации при высоких температурах                             | 42,2-406,4           | 4,85-25,4          | P5, P9, P11, P12, T11,<br>T12, P22, P91 и др.        |
| ТУ 14-3-1881-93<br>Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов из стали 20-ПВ                                | 10-51                | 2,0-6,0            | 20-ПВ  |

\* Размеры котельных труб по ТУ 14-3-190-2004 соответствуют ГОСТ 8732-78 и ГОСТ 8734-75.

\*\* Трубы изготавливаются в холоднодеформированном исполнении

## ПРЕДЕЛ ТЕКУЧЕСТИ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ПРЕДЕЛ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ МЕТАЛЛА В СОСТОЯНИИ ПОСТАВКИ

| Марка стали | Предел текучести, $\sigma_{0,2}$<br>Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> ) |             |                   | Предел длительной прочности, Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> ) |                   |                     |                   |                     |                   |                     |                   |                     |                   |             |
|-------------|--|-------------|-------------------|---|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------|
|             | при температуре испытания, °С  |             |                   | при температуре испытания, °С и продолжительности испытания, ч        |                   |                     |                   |                     |                   |                     |                   |                     |                   |             |
|             | 250  | 400         | 450               | 450   |                   | 500                 |                   | 550                 |                   | 600                 |                   | 650                 |                   | 700         |
|             |  |             | 10 <sup>5</sup> ч | 2*10 <sup>5</sup> ч   | 10 <sup>5</sup> ч | 2*10 <sup>5</sup> ч | 10 <sup>5</sup> ч | 2*10 <sup>5</sup> ч | 10 <sup>5</sup> ч | 2*10 <sup>5</sup> ч | 10 <sup>5</sup> ч | 2*10 <sup>5</sup> ч | 10 <sup>5</sup> ч |             |
| 20          | 196<br>(20)  | 137<br>(14) | 127 (13)          | 78<br>(8,0)   | 56<br>(5,7)       | 38<br>(3,9)         | —                 | —                   | —                 | —                   | —                 | —                   | —                 |             |
| 15ГС        | 245<br>(25)  | 167<br>(17) | 127 (13)          | 98 (10,0)   | 56<br>(5,7)       | —                   | —                 | —                   | —                 | —                   | —                 | —                   | —                 |             |
| 15ХМ        | 225<br>(23)  | 196<br>(20) | 191<br>(19,5)     | —   | —                 | 127<br>(13,0)       | 118<br>(11,5)     | 51<br>(5,2)         | 38<br>(3,9)       | —                   | —                 | —                   | —                 |             |
| 12Х1МФ      | —  | 216<br>(22) | 206 (21)          | —   | —                 | 167<br>(17,0)       | 135<br>(13,8)     | 97<br>(9,9)         | 82<br>(8,4)       | 55<br>(5,6)         | 45<br>(4,6)       | —                   | —                 |             |
| 15Х1М1Ф     | —  | 235<br>(24) | 225 (23)          | —   | —                 | 176<br>(18,0)       | 147<br>(15,0)     | 104<br>(10,6)       | 93<br>(9,5)       | 63<br>(6,4)         | 56<br>(5,7)       | —                   | —                 |             |
| 12Х18Н12Т   | —  | —           | —                 | —   | —                 | —                   | —                 | 147<br>(15,0)       | 135<br>(13,8)     | 108<br>(11,0)       | 90<br>(9,9)       | 69<br>(7,0)         | 61<br>(6,2)       | 29<br>(3,0) |
| 16Мо3       | 205<br>(20,5)  | 160<br>(16) | 155<br>(15,5)     | 245<br>(24,5)   | 228<br>(22,8)     | 93<br>(9,3)         | 75<br>(7,5)       | 31<br>(3,1)         | 25<br>(2,5)       | —                   | —                 | —                   | —                 |             |
| 13CrMo41-5  | 230<br>(23)  | 190<br>(19) | 180 (18)          | 285<br>(28,5)   | 260 (26)          | 137<br>(13,7)       | 115<br>(11,5)     | 49<br>(4,9)         | 39<br>(3,9)       | —                   | —                 | —                   | —                 |             |

\* Указанные нормы гарантируются

### СОРТАМЕНТ БЕСШОВНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ТРУБ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ МАРОК СТАЛИ

| Наружный диаметр, мм | Толщина стенки, мм |      |      |      |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
|----------------------|--------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|--|--|--|
|                      | 2,0                | 2,5  | 3,0  | 3,5  | 4,0   | 4,5   | 5,0   | 5,5   | 6     | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 14     | 16     | 18     | 20     | 22     | 24     | 28     | 30     | 32     | 36 |  |  |  |
| 10                   | 0,39               | 0,46 |      |      |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 12                   | 0,49               | 0,59 | 0,67 |      |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 16                   | 0,69               | 0,83 | 0,96 | 1,08 | 1,18  |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 20                   | 0,89               | 1,08 | 1,26 | 1,42 | 1,58  | 1,72  | 1,85  |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 22                   | 0,99               | 1,20 | 1,41 | 1,60 | 1,78  | 1,94  | 2,10  |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 25                   | 1,13               | 1,39 | 1,63 | 1,86 | 2,07  | 2,28  | 2,47  | 2,64  | 2,81  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 28                   | 1,28               | 1,57 | 1,85 | 2,11 | 2,37  | 2,61  | 2,84  | 3,05  | 3,26  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 30                   | 1,38               | 1,70 | 2,00 | 2,29 | 2,56  | 2,83  | 3,08  | 3,32  | 3,55  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 32                   | 1,48               | 1,82 | 2,15 | 2,46 | 2,76  | 3,05  | 3,33  | 3,59  | 3,85  | 4,32   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 36                   | 1,68               | 2,07 | 2,44 | 2,81 | 3,16  | 3,50  | 3,82  | 4,14  | 4,44  | 5,01   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 38                   | 1,78               | 2,19 | 2,59 | 2,98 | 3,35  | 3,72  | 4,07  | 4,41  | 4,74  | 5,35   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 40                   |                    | 2,31 | 2,74 | 3,15 | 3,55  | 3,94  | 4,32  | 4,68  | 5,03  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 42                   |                    | 2,44 | 2,89 | 3,32 | 3,75  | 4,16  | 4,56  | 4,95  | 5,33  | 6,04   | 6,71   | 7,32   | 7,89   | 8,41   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 45                   |                    | 2,62 | 3,11 | 3,58 | 4,04  | 4,49  | 4,93  | 5,36  | 5,77  | 6,56   | 7,30   | 7,99   | 8,63   | 9,22   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 50                   |                    | 2,93 | 3,48 | 4,01 | 4,54  | 5,05  | 5,55  | 6,04  | 6,51  | 7,42   | 8,29   | 9,10   | 9,86   | 10,58  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 57                   |                    |      |      |      | 5,35  | 5,96  | 6,56  | 7,15  | 7,71  | 8,81   | 9,87   | 10,87  | 11,82  | 12,71  | 13,56  | 15,17  | 16,53  | 17,69  |        |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 60                   |                    |      |      |      | 5,65  | 6,30  | 6,94  | 7,56  | 8,17  | 9,35   | 10,47  | 11,55  | 12,58  | 13,55  | 14,47  | 16,23  | 17,74  | 19,05  | 20,16  |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 76                   |                    |      |      |      | 8,12  | 8,96  | 9,78  | 10,59 | 11,32 | 12,18  | 13,71  | 15,19  | 16,62  | 18,00  | 19,32  | 21,82  | 24,10  | 26,18  | 28,06  |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 83                   |                    |      |      |      | 8,92  | 9,84  | 10,75 | 11,65 | 12,42 | 15,12  | 16,78  | 18,39  | 19,94  | 21,44  | 24,29  | 26,93  | 29,37  | 31,59  | 33,82  |        |        |        |        |        |    |  |  |  |
| 89                   |                    |      |      |      |       |       | 10,60 | 11,59 | 12,56 | 14,48  | 16,33  | 18,15  | 19,90  | 21,61  | 23,26  | 26,42  | 29,36  | 32,10  | 34,64  | 37,14  | 39,31  |        |        |        |    |  |  |  |
| 102                  |                    |      |      |      | 12,24 | 13,39 | 14,54 | 16,78 | 18,97 | 21,10  | 23,19  | 25,22  | 27,21  | 29,16  | 31,02  | 34,62  | 38,01  | 41,20  | 44,23  | 47,17  | 50,59  | 54,43  |        |        |    |  |  |  |
| 108                  |                    |      |      |      | 13,00 | 14,22 | 15,45 | 17,84 | 20,18 | 22,47  | 24,71  | 26,89  | 29,03  | 31,14  | 33,14  | 37,04  | 40,74  | 44,23  | 47,52  | 50,59  | 56,45  | 58,97  |        |        |    |  |  |  |
| 114                  |                    |      |      |      | 14,40 | 15,06 | 17,11 | 19,76 | 22,35 | 24,89  | 27,37  | 29,79  | 32,16  | 34,48  | 36,72  | 41,06  | 45,16  | 49,04  | 52,69  | 56,12  | 60,68  | 63,50  |        |        |    |  |  |  |
| 121                  |                    |      |      |      | 15,32 | 16,03 | 18,22 | 21,06 | 23,28 | 26,38  | 29,42  | 32,41  | 35,34  | 38,20  | 40,43  | 44,08  | 48,50  | 52,75  | 56,78  | 60,57  | 65,62  | 68,80  | 70,24  |        |    |  |  |  |
| 133                  |                    |      |      |      |       |       | 20,13 | 23,28 | 26,38 | 29,42  | 32,41  | 35,34  | 38,20  | 40,43  | 42,34  | 48,08  | 54,23  | 59,12  | 63,77  | 68,20  | 76,38  | 80,12  | 83,64  | 89,99  |    |  |  |  |
| 140                  |                    |      |      |      |       |       | 21,24 | 24,58 | 27,87 | 31,09  | 34,26  | 37,38  | 40,43  | 43,42  | 46,37  | 52,08  | 57,57  | 62,83  | 67,86  | 72,66  | 81,58  | 85,69  | 89,58  | 96,67  |    |  |  |  |
| 146                  |                    |      |      |      |       |       | 22,20 | 25,70 | 29,14 | 32,52  | 35,85  | 39,13  | 42,34  | 45,48  | 48,60  | 54,63  | 60,48  | 66,01  | 71,36  | 76,47  | 86,03  | 90,46  | 94,67  | 102,40 |    |  |  |  |
| 152                  |                    |      |      |      |       |       | 23,15 | 26,81 | 30,41 | 33,96  | 37,44  | 40,88  | 44,25  | 47,56  | 50,83  | 57,18  | 63,30  | 69,19  | 74,85  | 80,29  | 90,48  | 95,24  | 99,76  | 108,13 |    |  |  |  |
| 159                  |                    |      |      |      |       |       | 24,26 | 28,11 | 31,90 | 35,63  | 39,30  | 42,92  | 46,48  | 49,94  | 53,42  | 60,14  | 66,64  | 72,90  | 78,94  | 84,74  | 95,68  | 100,80 | 105,70 |        |    |  |  |  |
| 168                  |                    |      |      |      |       |       | 29,78 | 33,80 | 37,77 | 41,69  | 45,54  | 49,34  | 53,09  | 56,76  | 60,41  | 68,36  | 76,08  | 83,34  | 90,19  | 96,76  | 107,96 | 113,33 | 123,40 |        |    |  |  |  |
| 194                  |                    |      |      |      |       |       | 34,60 | 39,32 | 43,98 | 48,58  | 53,12  | 57,61  | 62,05  | 66,41  | 70,79  | 80,34  | 89,34  | 97,87  | 106,01 | 113,79 | 122,92 | 132,40 | 142,21 |        |    |  |  |  |
| 219                  |                    |      |      |      |       |       |       | 44,62 | 49,94 | 55,21  | 60,41  | 65,56  | 70,65  | 75,69  | 80,67  | 91,54  | 102,36 | 113,13 | 123,80 | 134,46 | 145,11 | 155,76 | 166,40 |        |    |  |  |  |
| 245                  |                    |      |      |      |       |       |       | 47,78 | 56,14 | 62,10  | 67,99  | 73,83  | 79,54  | 85,14  | 90,64  | 102,66 | 114,66 | 126,64 | 138,61 | 150,57 | 162,52 | 174,46 |        |        |    |  |  |  |
| 273*                 |                    |      |      |      |       |       |       | 52,28 | 58,60 | 64,86  | 71,07  | 77,24  | 83,34  | 89,34  | 95,24  | 107,96 | 120,62 | 133,27 | 145,91 | 158,54 | 171,16 |        |        |        |    |  |  |  |
| 325*                 |                    |      |      |      |       |       |       | 70,14 | 77,68 | 85,18  | 92,63  | 100,13 | 107,63 | 115,13 | 122,63 | 140,13 | 157,63 | 175,13 | 192,63 | 210,13 | 227,63 |        |        |        |    |  |  |  |
| 426*                 |                    |      |      |      |       |       |       |       |       | 102,59 | 112,58 | 122,52 | 132,46 | 142,40 | 152,34 | 172,28 | 192,22 | 212,16 | 232,10 | 252,04 | 271,98 | 291,92 |        |        |    |  |  |  |

\* Изготовление труб возможно по согласованию.  
Холоддеформированные трубы для котлов высокого давления (КВД).  
Горячедеформированные трубы для котлов высокого давления (КВД).

# БЕСШОВНЫЕ ТРУБЫ

трубы для теплоэнергетики

## СОРТАМЕНТ БЕСШОВНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ТРУБ ИЗ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ МАРК СТАЛИ (по ТУ 14-ЗР-55-2001)

| Наружный диаметр, мм | Толщина стенки, мм          |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
|----------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--|--|--|--|
|                      | Масса 1 погонного метра, кг |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
|                      | 2,0                         | 2,5  | 3,0  | 3,5  | 4,0  | 4,5  | 5,0   | 5,5   | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 14    | 15    | 16    | 18     | 20     | 22     | 25     | 26     | 28    |  |  |  |  |
| 10                   | 0,39                        | 0,46 |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 12                   | 0,49                        | 0,59 | 0,67 |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 16                   | 0,69                        | 0,83 | 0,96 | 1,08 | 1,18 |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 20                   | 0,89                        | 1,08 | 1,26 | 1,42 | 1,58 | 1,72 | 1,85  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 22                   | 0,99                        | 1,20 | 1,41 | 1,60 | 1,78 | 1,94 | 2,10  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 25                   | 1,13                        | 1,39 | 1,63 | 1,86 | 2,07 | 2,28 | 2,47  | 2,64  | 2,81  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 28                   | 1,28                        | 1,57 | 1,85 | 2,11 | 2,37 | 2,61 | 2,84  | 3,05  | 3,26  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 30                   | 1,38                        | 1,70 | 2,00 | 2,29 | 2,56 | 2,83 | 3,08  | 3,32  | 3,55  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 32                   | 1,48                        | 1,82 | 2,15 | 2,46 | 2,76 | 3,05 | 3,33  | 3,59  | 3,85  | 4,32  |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 36                   | 1,68                        | 2,07 | 2,44 | 2,81 | 3,16 | 3,50 | 3,82  | 4,14  | 4,44  | 5,01  |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 38                   | 1,78                        | 2,19 | 2,59 | 2,98 | 3,35 | 3,72 | 4,07  | 4,41  | 4,74  | 5,35  |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 40                   |                             | 2,31 | 2,74 | 3,15 | 3,55 | 3,94 | 4,32  | 4,68  | 5,03  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 42                   |                             | 2,44 | 2,89 | 3,32 | 3,75 | 4,16 | 4,56  | 4,95  | 5,33  | 6,04  | 6,71  |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 45                   |                             | 2,62 | 3,11 | 3,58 | 4,04 | 4,49 | 4,93  | 5,36  | 5,77  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 50                   |                             | 2,93 | 3,48 | 4,01 | 4,54 | 5,05 | 5,55  | 6,04  | 6,51  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 57                   |                             |      |      |      | 5,35 | 5,96 | 6,56  | 7,15  | 7,71  | 8,81  | 9,87  | 10,87 | 11,82 | 12,71 | 13,56 | 15,17 | 16,53 | 17,69 |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 60                   |                             |      |      |      | 5,65 | 6,30 | 6,94  | 7,56  | 8,17  | 9,35  | 10,47 | 11,55 | 12,58 | 13,55 | 14,47 | 16,23 | 17,74 | 19,05 | 20,16  |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 76                   |                             |      |      |      |      | 8,22 | 9,07  | 9,91  | 10,73 | 12,33 | 13,88 | 15,38 | 16,83 | 18,22 | 19,56 |       |       |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 83                   |                             |      |      |      |      | 9,03 | 9,96  | 10,90 | 11,8  | 13,58 | 15,32 | 16,99 | 18,62 | 20,19 | 21,71 | 24,6  | 25,96 |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 89                   |                             |      |      |      |      | 9,72 | 10,73 | 11,74 | 12,72 | 14,66 | 16,54 | 18,38 | 20,16 | 21,88 | 23,56 | 26,75 | 28,26 |       |        |        |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 102                  |                             |      |      |      |      |      | 12,4  | 13,57 | 14,72 | 16,99 | 19,21 | 21,37 | 23,48 | 25,54 | 27,55 | 31,41 | 33,26 | 35,05 | 38,49  | 40,72  |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 108                  |                             |      |      |      |      |      | 13,17 | 14,41 | 15,64 | 18,06 | 20,43 | 22,75 | 25,02 | 27,23 | 29,39 | 33,56 | 35,56 | 37,51 | 41,26  | 44,79  |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 114                  |                             |      |      |      |      |      | 13,93 | 15,25 | 16,56 | 19,14 | 21,66 | 24,13 | 26,55 | 28,92 | 31,24 | 35,71 | 37,86 | 39,97 | 44,02  | 47,86  |        |        |        |       |  |  |  |  |
| 121                  |                             |      |      |      |      |      | 14,83 | 16,24 | 17,64 | 20,39 | 23,1  | 25,75 | 28,35 | 30,89 | 33,39 | 39,21 | 40,55 | 42,83 | 47,24  | 51,44  | 55,43  | 61,03  | 62,78  |       |  |  |  |  |
| 133                  |                             |      |      |      |      |      | 16,36 | 17,93 | 19,48 | 22,54 | 25,55 | 28,51 | 31,42 | 34,27 | 37,07 | 42,51 | 45,16 | 47,75 | 52,77  | 57,59  | 62,19  | 68,70  | 70,77  | 74,74 |  |  |  |  |
| 140                  |                             |      |      |      |      |      |       | 20,55 | 23,8  | 26,99 | 30,12 | 33,21 | 36,24 | 39,22 | 42,87 | 45,02 | 47,84 | 50,62 | 56     | 61,17  | 66,13  | 73,18  | 75,43  | 79,76 |  |  |  |  |
| 146                  |                             |      |      |      |      |      |       | 22,48 | 26,02 | 29,51 | 32,93 | 36,3  | 39,62 | 42,87 | 49,21 | 52,29 | 55,32 | 58,32 | 61,19  | 66,84  | 72,25  | 79,94  | 82,39  | 87,11 |  |  |  |  |
| 152                  |                             |      |      |      |      |      |       | 23,44 | 27,15 | 30,79 | 34,38 | 37,92 | 41,39 | 44,81 | 51,47 | 54,71 | 57,89 | 60,9  | 64,09  | 70,06  | 75,8   | 83,97  | 86,58  | 91,62 |  |  |  |  |
| 159                  |                             |      |      |      |      |      |       | 24,57 | 28,46 | 32,3  | 36,07 | 39,79 | 43,46 | 47,06 | 54,1  | 57,53 | 60,9  | 64,77 | 73,82  | 79,93  | 88,66  | 91,46  | 96,88  |       |  |  |  |  |
| 168                  |                             |      |      |      |      |      |       |       | 29,78 | 34,23 | 38,25 | 42,21 | 46,11 | 49,96 | 57,48 | 61,15 | 64,77 | 71,82 | 78,65  | 85,24  | 94,7   | 97,74  | 103,64 |       |  |  |  |  |
| 194                  |                             |      |      |      |      |      |       |       |       | 34,6  | 44,53 | 49,19 | 53,79 | 58,33 | 67,25 | 71,62 | 75,93 | 84,39 | 92,61  | 100,6  | 112,15 | 115,89 | 123,19 |       |  |  |  |  |
| 219                  |                             |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       | 55,9  | 61,17 | 66,39 | 76,64 | 81,69 | 86,67 | 96,46 | 106,03 | 115,36 | 128,93 | 133,34 | 141,98 |       |  |  |  |  |

Холоднодеформированные трубы для котлов высокого давления (КВД).  
Горячедеформированные трубы для котлов высокого давления (КВД).

### МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛА КОТЕЛЬНЫХ ТРУБ

| Марка стали | Ориентация образцов | Временное сопротивление разрыву, $\sigma_r$ , МН/м <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> ) | Предел текучести, $\sigma_{0,2}$ , МН/м <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> ) | Относительное удлинение, $\delta_5$ , % | Относительное сужение, $\psi$ , % | Твердость, НВ | Ударная вязкость КСУ, Дж/см <sup>2</sup> (кгсм/см <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|--|---|---|-----------------------------------|---------------|--|
|             |                     |  |   | не менее                                |                                   |               |  |
| 20          | продольная          | 412-549 (42-56)  | 216 (22)  | 24                                      | 45                                | —             | 49 (5)   |
|             | поперечная          | 412-549 (42-56)  | 216 (22)  | 22                                      | 40                                | —             | 39 (4)   |
| 15ГС        | продольная          | не менее 490 (50)  | 294 (30)  | 18                                      | 45                                | —             | 59 (6)   |
|             | поперечная          | не менее 490 (50)  | 294 (30)  | 16                                      | 40                                | —             | 49 (5)   |
| 15ХМ        | продольная          | 441-637 (45-65)  | 235 (24)  | 21                                      | 50                                | —             | 59 (6)   |
|             | поперечная          | 441-637 (45-65)  | 225 (23)  | 20                                      | 45                                | —             | 49 (5)   |
| 12Х1МФ      | продольная          | 441-637 (45-65)  | 274 (28)  | 21                                      | 55                                | —             | 59 (6)   |
|             | поперечная          | 441-637 (45-65)  | 274 (28)  | 19                                      | 50                                | —             | 49 (5)   |
| 15Х1М1Ф     | продольная          | 490-686 (50-70)  | 314 (32)  | 18                                      | 50                                | —             | 49 (5)   |
|             | поперечная          | 490-686 (50-70)  | 314 (32)  | 16                                      | 45                                | —             | 39 (4)   |
| 12Х18Н12Т   | продольная          | 539-686 (55-70)  | 216-392 (22-40)   | 35                                      | 55                                | 190           | —  |
|             | поперечная          | —  | —   | —                                       | —                                 | —             | —  |
| 16Мо3       | продольная          | 450-600 (45-60)  | 260-270 (26-27)   | 22                                      | —                                 | —             | —  |
|             | поперечная          | 450-600 (45-60)  | 260-270 (26-27)   | 20                                      | —                                 | —             | 34 (3)   |
| 13CrMo41-5  | продольная          | 440-590 (44-59)  | 280-290 (28-29)   | 22                                      | —                                 | —             | —  |
|             | поперечная          | 440-590 (44-59)  | 280-290 (28-29)   | 20                                      | —                                 | —             | 34 (3)   |