

# Сталь 20 - конструкционная углеродистая качественная

Сталь 20 относится к разряду обогащенных углеродом конструкционным сталям высокого уровня качества. На производства поставляется в нескольких вариациях – серебрянка, калиброванная, ковкая или горячекатаная. Можно выделить пять типов данной разновидности стали по требованиям к ее механическим свойствам.

Типы стали по требованию к механическим свойствам:

- Первый тип представляет собой сталь всех используемых видов обработки, но без проведенных испытаний по растяжению и ударной вязкости.
- Второй тип – это образцы нормализованной стали всех типов обработки размеров в двадцать пять миллиметров, которые подвергаются испытаниям на растяжение и ударную вязкость.
- Третий тип представляет собой все те же образцы, на которых проводятся вышеупомянутые испытания. Единственное отличие – это их размер. В этом типе он составляет от двадцати шести до ста миллиметров.
- Четвертый тип представляет собой образцы из заготовок с размером - до сотни миллиметров, которые были обработаны термическим путем. Они также применяются для проведения испытаний над материалом.
- Пятый тип – это также образцы, которые изготовлены из отожженных или высокоопущенных сталей. Еще одно технологическое решение – это образцы из нагартованной стали.

Сталь 20 может быть при необходимости заменена схожими материалами марок 15 и 25.

## Технологические свойства стали 20

Для начала процессаковки достаточно разогреть сталь до +1280 градусов Цельсия, а завершаться процесс должен при температуре -750 градусов Цельсия, при том что охлаждение поковки производится воздушным способом. **Сталь марки 20** относится к типу нефлокочувствительных, а также она не склонна к отпускной способности. Возможность сваривания данного типа стали ничем не ограничена, за исключением тех деталей, которые подвергались химико-термической обработке.

**Сталь 20** зачастую используется в процессе производства тех деталей, которые работают со сравнительно небольшим нагружением. Это могут быть оси, пальцы или шестерни, а также и те детали, которые будут подвергаться цементированию для продления срока службы. Помимо всего, такой тип стали может быть использован в процессе изготовления особо тонких деталей, в большинстве своем работающих на истирание. Без термической обработки этот вид стали используется в производстве крюков подъемных кранов, а также прочих деталей, эксплуатация которых производится под некоторым давлением в диапазоне температур от -40 до +450 градусов Цельсия. Химико-термическая обработка наделяет **сталь 20** всеми необходимыми свойствами для использования ее в качестве основы для деталей, главной особенностью которых является высокий уровень прочности поверхности.

## Химический состав стали 20

Состав марки стали 20 очень разнообразен, ведь в нем представлен углерод, марганец, кремний, медь, мышьяк, никель, фосфор и сера. По сути своей данный тип стали представляет собой очень интересную смесь, в составе которой имеется феррит и перлит. В процессе термической обработки структуру материала можно изменить до пакетного мартенсита. Стоит отметить, что данные преобразования структуры приведут к тому, что прочность стали увеличится, а ее пластичность, наоборот, уменьшится. Если сталь 20 подвергнуть термической обработке, после этого она может быть использована в процессе изготовления особой продукции метизного типа.

<b>C</b>	<b>Si</b>	<b>Mn</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>Ni</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>As</b>	<b>Fe</b>
0,17 - 0,24	0,17 - 0,37	0,35 - 0,65	до 0,04	до 0,04	до 0,25	до 0,25	до 0,25	до 0,08	~98

## Зарубежные аналоги стали 20

США	1020, 1023, 1024, G10200, G10230, H10200, M1020, M1023
Германия	1.0402, 1.0405, 1.1151, C22, C22E, C22R, Ck22, Cm22, Cq22, St35, St45-8
Япония	S20C, S20CK, S22C, STB410, STKM12A, STKM12A-S, STKM13B, STKM13B-W
Франция	1C22, 2C22, AF42, AF42C20, C20, C22, C22E, C25E, XC15, XC18, XC25
Англия	050A20, 055M15, 070M20, 070M26, 1449-22CS, 1449-22HS, 1C22, 22HS, 430, C22, C22E
Евросоюз	1.1151, 2C22, C20E2C, C22, C22E
Италия	C18, C20, C21, C22, C22E, C22R, C25, C25E
Бельгия	C25-1, C25-2
Испания	1C22, C22, C25k, F.112, F.1120
Китай	20, 20G, 20R, 20Z
Швеция	1450
Болгария	20, C22, C22E
Венгрия	A45.47, C22E
Польша	20, K18
Румыния	OLC20, OLC20X
Чехия	12022, 12024
Австралия	1020, M1020
Швейцария	Ck22
Юж.Корея	SM20C, SM20CK, SM22C

## Физические свойства стали 20

Т	Е 10 <sup>-5</sup>	α 10 <sup>6</sup>	l	γ	С	R 10°
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м <sup>3</sup>	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2,13		52	7859		
100	2,03	11,60	50.6	7834	486	219
200	1,99	12,60	48.6	7803	498	292
300	1,90	13,10	46.2	7770	514	381
400	1,82	13,60	42.8	7736	533	487
500	1,72	14,10	39.1	7699	555	601
600	1,60	14,60	35.8	7659	584	758
700		14,80	32	7617	636	925
800		12,90		7624	703	1094
900				7600	703	1135
1000					695	

## Механические свойства стали 20 при температуре 20 °С

Соответствие по ГОСТ	Вид поставки	σ <sub>в</sub> (МПа)	δ <sub>5</sub> (%)	ψ (%)	НВ (не более)
<b>1050-74</b>	<b>Сталь калиброванная:</b>				
горячекатаная, кованая и серебрянка 2-й категории после нормализации	410	25	55		
5-й категории после нагартовки	490	7	40		
5-й категории после отжига или высокого отпуска	390	21	50		
<b>10702-78</b>	<b>Сталь калиброванная и калиброванная со специальной отделкой:</b>				
после отпуска или отжига	390-490		50		163
после сфероидизирующего отжига	340-440		50		163
нагартованная без термообработки	490	7	40		207

## Механические свойства стали 20 при повышенных температурах °С

Температурные испытания, °С	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ, Дж/см <sup>2</sup>
<b>20</b>	<b>280</b>	<b>430</b>	<b>34</b>	<b>67</b>	<b>218</b>
200	230	405	28	67	186
300	170	415	29	64	188
400	150	340	39	81	100
500	140	245	40	86	88
700		130	39	94	
800		89	51	96	
900		75	55	100	
1000		47	63	100	
1100		30	59	100	
1200		20	64	100	

## Пределы выносливости стали 20

$\sigma_{-1}$ , МПа	$J_{-1}$ , МПа	n	$\delta_5$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	Термообработка, состояние стали
206		1E+7	500	320	
245			520	310	
225			490	280	
205	127				Нормализация 910 С, отпуск 620 С.
193			420	280	
255	451				Цементация 930 С, закалка 810 С, отпуск 190 С.

## Механические свойства стали 20 после ХТО

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\gamma$ , %	КСУ, Дж/м <sup>2</sup>	НВ	НRC
Цементация 920-950 °С, воздух. Закалка 800-820 °С, вода. Отпуск 180-200 °С, воздух.							
50	290-340	490-590	18	45	54	156	55-63

## Технологические свойства стали 20

<b>Коррозионная стойкость</b>	В среде H <sub>2</sub> S: скорость общей коррозии ≤ 0,5 мм/год; стойкость к водородному растрескиванию CLR ≤ 3 % CTR ≤ 6 %; стойкость к сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением ≥ 75 % от σ <sub>0.2</sub> . По ТУ 14-3-1971-97 металл труб должен выдерживать испытания на водородное растрескивание по стандарту NACE TM 02 84 (испытательная среда NACE TM 01 77). Предельные значения коэффициентов длины (CLR) и толщины трещин (CTR) не должны превышать соответственно 3 и 6%. Металл труб должен выдерживать испытания на стойкость к сульфидному растрескиванию под напряжением. Пороговое напряжение СКРН должно быть не менее 75% (254 МПа) от минимального гарантируемого предела текучести материала. Скорость общей коррозии металла труб не должна превышать 0,5 мм/год.
<b>Наплавка</b>	Наплавка уплотнительных поверхностей деталей трубопроводной арматуры в соответствии с ОСТ 26-07-2028-81 производится ручной электродуговой наплавкой электродами типа Э-20Х13 с обмазкой УОНИ-13НЖ, НИИ-48, НИИ-48Ж-1 или проволокой СВ-12Х13 или СВ-20Х13. Подготовка поверхности под наплавку производится механической обработкой. Наплавка производится с предварительным и сопутствующим нагревом детали до 400-450 °С не менее чем в 3 слоя толщиной не менее 4 мм без учета припуска на механическую обработку. Термообработка после наплавки производится путем отпуска при 550-600 °С (выдержка 2-5 ч) на твердость НВ=301-350, при 600-650 °С (выдержка 2-5 ч) на твердость НВ=240-300, при 400-450 °С (выдержка 2-5 ч) на твердость НВ=351-400. Температура печи при загрузке деталей для отпуска должна быть не более 300 °С.
<b>Обрабатываемость резаньем</b>	В горячекатанном состоянии при НВ 126-131 и s <sub>B</sub> =450-490 МПа К <sub>п.тв.ст.</sub> =1,7 К <sub>п.б.ст.</sub> =1,6.
<b>Свариваемость</b>	Сваривается без ограничений, кроме деталей после химико-термической обработки. Способы сварки РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС. Для ручной дуговой сварки используются электроды МР-3 или УОНИ13/45А; для автоматической под флюсом - проволока Св-08А, Св-08ГА или Св-10Г2 с флюсом АН-348А; для сварки в защитных газах Ar и CO <sub>2</sub> - сварочная проволока Св-08Г2С.
<b>Склонность к отпускной хрупкости</b>	Не склонна.
<b>Температура ковки</b>	Начала - 1280 °С, конца - 750 °С. Охлаждение на воздухе.
<b>Флокеночувствительность</b>	не чувствительна.

## Ударная вязкость стали 20 КСУ (Дж/см<sup>3</sup>) при низких температурах °С

Соответствие по ГОСТ	Вид поставки	Сечение, мм	КСУ при +20	КСУ при -40	КСУ при -60
----------------------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

19281-73	Сортовой и фасонный прокат	от 5 до 10	64	39	34
от 10 до 20 вкл.		59	34		29
от 20 до 100 вкл.		59	34		-

## Предел текучести стали 20

Температура испытания, °C/s <sub>0,2</sub>							
150	200	250	300	320	350	400	450
≥215	≥210	≥196	≥180		≥160	≥137	≥127

## Химический состав стали 20 по ТУ и ГОСТ

НТД	C	S	P	Mn	Cr	Zn	V	Sn	Si	Sb	Pb	Ni	N	Mo	Fe	Cu	Bi	As	Al
ТУ 14-1-3987-85	0,17 - 0,24	≤0,02 5	≤0,03 0	0,35 - 0,65	≤0,25	-	-	-	0,17 - 0,37	-	-	≤0,30	-	-	-	≤0,30	-	-	-
ТУ 14-1-5058-91	0,18 - 0,24	≤0,01 2	≤0,02 0	0,35 - 0,65	≤0,15	≤0,004 0	≤0,04 0	≤0,005	0,17 - 0,37	0,00015- 0,00045	≤0,003 0	≤0,10	≤0,01 0	-	-	≤0,10	0,0002 - 0,0004 5	≤0,01 0	-
ГОСТ 11017-80	0,17 - 0,24	≤0,03 5	≤0,03 5	0,35 - 0,65	≤0,25	-	-	-	0,17 - 0,37	-	-	≤0,30	≤0,006	-	-	≤0,30	-	≤0,08 0	-
ГОСТ 19277-73, ГОСТ 21729-76	0,17 - 0,24	≤0,03 5	≤0,03 5	0,35 - 0,65	≤0,25	-	-	-	0,17 - 0,37	-	-	≤0,25	-	-	-	≤0,20	-	-	-
ТУ 14-1-1529-2003	0,17 - 0,24	≤0,02 5	≤0,03 0	0,35 - 0,65	≤0,25	-	-	-	0,17 - 0,37	-	-	≤0,25	-	-	от .	≤0,30	-	-	-
ТУ 14-3Р-251-2007, ТУ 14-3-	0,17 -	≤0,04 0	≤0,03 5	0,35 -	≤0,25	-	-	-	0,17 -	-	-	≤0,30	≤0,006	-	-	≤0,30	-	≤0,08 0	-

251-74, ГОСТ 1050-88	0, 24			0, 65				0, 37											
TY 14-3- 808-78	0, 17 - 0, 24	≤0, 04 0	≤0, 03 5	0, 35 - 0, 65	≤0, 25	-	-	-	0, 17 - 0, 37	-	-	≤0, 2 5	≤0, 00 6	-	-	≤0, 2 5	-	≤0, 08 0	0,0 2- 0,0 8
TY 14-3- 1971-97	0, 17 - 0, 21	≤0, 00 8	≤0, 01 2	0, 35 - 0, 65	≤0, 25	-	≤0, 06 0	-	0, 17 - 0, 37	-	-	≤0, 3 0	-	-	-	≤0, 3 0	-	-	0,0 2- 0,0 5
TY 14-3- 341-75	0, 17 - 0, 24	≤0, 02 5	≤0, 03 0	0, 35 - 0, 65	≤0, 02 5	-	-	-	0, 17 - 0, 37	-	-	≤0, 2 5	-	-	-	≤0, 3 0	-	-	-
TY 14- 162-14- 96	0, 17 - 0, 22	≤0, 01 5	≤0, 01 5	0, 50 - 0, 65	≤0, 25	-	-	-	0, 17 - 0, 37	-	-	≤0, 2 5	-	-	-	≤0, 2 5	-	-	0,0 3- 0,0 5
TY 14-1- 5185-93	0, 18 - 0, 24	0,0 02- 0,0 15	0,0 05- 0,0 15	0, 35 - 0, 65	≤0, 15	0,0 005 - 0,0 040	0,0 02- 0,1 00	0,0 005 - 0,0 040	0, 17 - 0, 37	0,00 05- 0,00 30	0,0 003 - 0,0 040	≤0, 1 5	0,0 02- 0,0 12	-	-	≤0, 1 5	0,0 001 - 0,0 030	≤0, 01 0	0,0 02 - 0,0 09
TY 08.002.0 501.5348 -92	0, 17 - 0, 24	≤0, 02 0	≤0, 03 5	0, 35 - 0, 65	≤0, 25	-	-	-	0, 17 - 0, 37	-	-	≤0, 3 0	-	-	-	≤0, 3 0	-	-	-
TY 14- 159- 1128- 2008	0, 17 - 0, 24	≤0, 02 5	≤0, 03 0	0, 35 - 0, 65	≤0, 25	-	-	-	0, 17 - 0, 37	-	-	≤0, 3 0	≤0, 00 6	-	-	≤0, 3 0	-	≤0, 08 0	-
TY 14- 161-148- 94	0, 17 - 0, 24	≤0, 01 3	≤0, 01 8	0, 35 - 0, 65	-	-	-	-	0, 17 - 0, 37	-	-	≤0, 2 5	-	-	-	≤0, 2 5	-	-	-
TY 1317- 006.1- 5933775 20-2003	0, 17 - 0, 24	≤0, 01 5	≤0, 01 7	0, 35 - 0, 65	≤0, 40	-	≤0, 05 0	-	0, 17 - 0, 37	-	-	≤0, 2 5	≤0, 00 8	-	-	≤0, 2 5	-	-	0,0 2- 0,0 5
TY 1301- 039-	0, 17 - -	≤0, 02 5	≤0, 03 0	0, 35 - -	≤0, 25	-	-	-	0, 17 - -	-	-	≤0, 2 5	-	≤0, 1 5	-	≤0, 3 0	-	-	-

0021217 9-2010	0, 24			0, 65					0, 37										
ТУ 14- 3Р-55- 2001, ТУ 14-3- 460-2003	0, 17 - 0, 24	$\leq 0,$ 02 5	$\leq 0,$ 03 0	0, 35 - 0, 65	$\leq 0,$ 25	-	-	-	0, 17 - 0, 37	-	-	$\leq 0,$ 2 5	-	-	-	$\leq 0,$ 3 0	-	-	-
ТУ 14- 3Р-1128- 2007	0, 17 - 0, 24	$\leq 0,$ 02 5	$\leq 0,$ 03 0	0, 35 - 0, 65	$\leq 0,$ 25	-	-	-	0, 17 - 0, 37	-	-	$\leq 0,$ 3 0	$\leq 0,$ 00 8	-	-	$\leq 0,$ 3 0	-	-	-

## Обозначения используемые в таблицах

### Механические свойства:

- $s_b$  - Предел кратковременной прочности, [МПа]
- $s_T$  - Предел текучести, [МПа]
- $s_{0,2}$  - Предел пропорциональности (допуск на остаточную деформацию - 0,2%), [МПа]
- $d_5$  - Относительное удлинение при разрыве, [ % ]
- $y$  - Относительное сужение, [ % ]
- КСУ - Ударная вязкость, [ кДж / м<sup>2</sup> ]
- НВ - Твердость по Бринеллю, [МПа]
- НV - Твердость по Виккерсу, [МПа]
- HSh - Твердость по Шору, [МПа]

### Физические свойства:

- T - Температура, при которой получены данные свойства, [Град]
- E - Модуль упругости первого рода, [МПа]
- $\alpha$  - Коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон 20о - T ) , [1/Град]
- l - Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала) , [Вт/(м·град)]
- $\rho$  - Плотность материала , [кг/м<sup>3</sup>]
- C - Удельная теплоемкость материала (диапазон 20о - T ), [Дж/(кг·град)]
- R - Удельное электросопротивление, [Ом·м]