

МАРОЧНИК сталей и сплавов

Под редакцией В.Г. СОРОКИНА

*Согласовано с Государственной службой
стандартных справочных данных*



МОСКВА
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»
1989

ББК 34.431я2

М28

УДК [621.002.3-034.14 : 006] (035)

А в т о р ы: Сорокин В. Г., Волосникова А. В., Вяткин С. А.,
Гервасьев М. А., Гредитор М. А., Крылова К. М.,
Кубачек В. В., Мирмельштейн В. А.

Марочник сталей и сплавов/В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др ; Под общ. ред. В. Г. Сорокина. — М.: Машиностроение, 1989. — 640 с.

ISBN 5-217-00509-2

Содержит 320 марок сталей и сплавов черных металлов. Для каждой марки указаны назначения, виды поставки, химический состав, механические свойства в зависимости от состояния поставки, температуры испытаний, режимов термообработки, поперечного сечения заготовок, места направления вырезки образца, технологические и физические свойства.

Для конструкторов, технологов, исследователей и других специалистов всех отраслей машиностроения, может быть полезен студентам вузов.

М $\frac{2704010000-302}{038 (01)-89}$ 302—89

ББК 34.431я2

ISBN 5-217-00509-2

© Издательство «Машиностроение», 1989

Введение	7	Сталь 12К	84
Условные обозначения	12	Сталь 15К	85
Раздел 1. Сталь конструкционная	15	Сталь 16К	87
Сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества общего назначения	15	Сталь 18К	88
Сталь Ст0	15	Сталь 20К	89
Сталь ВСт2кп	16	Сталь 22К	91
Сталь ВСт2пс	17	Сталь конструкционная повышенной обрабатываемости	93
Сталь ВСт2сп	19	Сталь марки А12	93
Сталь ВСт3кп	21	» » А20	95
Сталь ВСт3пс	22	» » А30	96
Сталь ВСт3сп	24	Сталь А40Г	96
Сталь ВСт3Гпс	26	Сталь конструкционная низколегированная для сварных конструкций	97
Сталь ВСт4кп	28	Сталь 09Г2	97
Сталь ВСт4пс	29	Сталь 14Г2	99
Сталь ВСт5пс	31	Сталь 12ГС	101
Сталь ВСт5сп	32	Сталь 16ГС	102
Сталь ВСт6пс	35	Сталь 17ГС	104
Сталь ВСт6сп	36	Сталь 17Г1С	105
Сталь конструкционная, углеродистая качественная	38	Сталь 09Г2С	106
Сталь 05кп	38	Сталь 10Г2С1	109
Сталь 08	39	Сталь 10Г2БД	110
Сталь 08 (кп, пс)	41	Сталь 15Г2СФД	111
Сталь 10	42	Сталь 14Г2АФ	113
Сталь 10 (кп, пс)	45	Сталь 16Г2АФ	114
Сталь 15	46	Сталь 18Г2АФпс	115
Сталь 15 (кп, пс)	49	Сталь 14ХГС	117
Сталь 18кп	50	Сталь 15Г2АФДпс	118
Сталь 20 (20А)	51	Сталь 20ХГ2Ц	120
Сталь 20 (кп, пс)	54	Сталь 10ХСНД	121
Сталь 25	55	Сталь 10ХНДП	123
Сталь 30	58	Сталь 15ХСНД	124
Сталь 35	62	Сталь 35ГС	127
Сталь 40	65	Сталь 25Г2С	129
Сталь 45	69	Сталь конструкционная, легированная	130
Сталь 50	72	Сталь 15Х	130
Сталь 55	76	Сталь 20Х	133
Сталь 58 (55пп)	78	Сталь 30Х	136
Сталь 60	79	Сталь 35Х	138
Сталь 08Ю	82	Сталь 38ХА	141
Сталь 0сВ	83	Сталь 40Х	143
		Сталь 45Х	146

Сталь 50X	149	Сталь 30XH2MФА	300
Сталь 15Г	151	Сталь 36X2H2MФА	302
Сталь 35Г	153	Сталь 34XH3M	305
Сталь 20Г	154	Сталь 38X2HM	307
Сталь 30Г	156	Сталь 38X2HMФ	309
Сталь 40Г	159	Сталь конструкционная тепло-	
Сталь 45Г	162	устойчивая	310
Сталь 50Г	164	Сталь 12MX	310
Сталь 10Г2	167	Сталь 12X1MФ	312
Сталь 35Г2	170	Сталь 25X1MФ	314
Сталь 40Г2	173	Сталь 25X2M1Ф	317
Сталь 45Г2	176	Сталь 20X3MBФ	320
Сталь 50Г2	178	Сталь 15X5M	322
Сталь 18XГТ	181	Сталь 15XM	325
Сталь 20XГР	184	Сталь конструкционная под-	
Сталь 30XГТ	186	шипниковая	327
Сталь 15ХФ	188	Сталь ШХ15	327
Сталь 40ХФА	190	Сталь ШХ15СГ	330
Сталь 33ХС	193	Сталь ШХ4	332
Сталь 25XГТ	196	Сталь конструкционная рес-	
Сталь 38ХС	197	сорно-пружинная	332
Сталь 40ХС	199	Сталь 65	332
Сталь 20ХГСА	201	Сталь 70	334
Сталь 25ХГСА	202	Сталь 75	335
Сталь 30ХГС	205	Сталь 85	336
Сталь 30ХГСА	208	Сталь 60Г	337
Сталь 35ХГСА	212	Сталь 65Г	339
Сталь 30XM (30XMA)	214	Сталь 55C2	342
Сталь 35XM	217	Сталь 60C2	344
Сталь 38XMA	221	Сталь 60C2A	347
Сталь 14X2ГМР	223	Сталь 70C3A	350
Сталь 20XH	225	Сталь 55XГР	352
Сталь 40XH	227	Сталь 50ХФА	353
Сталь 45XH	230	Сталь 60C2H2A	356
Сталь 50XH	232	Сталь 60C2XA	358
Сталь 20XHP	235	Сталь 60C2XФА	359
Сталь 12XH2 (12XH2A)	237	Сталь 65C2BA	361
Сталь 12XH3A	240	Раздел 2. Сталь инстру-	
Сталь 12X2H4A	243	ментальная	363
Сталь 30XH3A	246	Сталь инструментальная уг-	
Сталь 20XH3A	248	леродистая	363
Сталь 20X2H4A	251	Сталь У7, У7А	363
Сталь 38XГН	254	Сталь У8, У8А	366
Сталь 20XГНР	257	Сталь У9, У9А	368
Сталь 30XГСН2А	261	Сталь У10, У10А	370
Сталь 20XH2M (20XHM)	264	Сталь У12, У12А	372
Сталь 30XH2MA	266	Сталь инструментальная ле-	
Сталь 38X2H2MA	268	гированная	375
Сталь 40XH2MA	271	Сталь 9Х1	375
Сталь 40X2H2MA	275	Сталь ХВ4	377
Сталь 38XH3MA	277	Сталь 9ХС	378
Сталь 18X2H4MA (18X2H4BA)	279	Сталь ХВГ	381
Сталь 30XH3M2ФА	283	Сталь 9ХВГ	383
Сталь 38XH3MФА	284	Сталь инструментальная	
Сталь 45XH2MФА	287	штамповая	384
Сталь 20XH4ФА	290	Сталь Х6ВФ	384
Сталь 38X2MЮА	291	Сталь Х12	386
Сталь 35XH1M2ФА	295	Сталь Х12Ф1	388
Сталь 38X2H2M	296		
Сталь 34XH1M	298		

Сталь X12M	390	Сталь 08X18T1	479
Сталь X12BM	391	Сталь 15X25T	480
Сталь 7XГ2ВМ	393	Сталь 15X28	482
Сталь 7X3	394	Сталь 25X13H2	484
Сталь 8X3	396	Сталь 20X23H13	485
Сталь 5XНМ	397	Сталь 20X23H18	487
Сталь 5XГМ	399	Сталь 10X23H18	490
Сталь 4X MΦC	401	Сталь 20X25H20C2	491
Сталь 4X5MΦ1C	403	Сталь 15X12ВНМΦ	492
Сталь 4X5MΦC	405	Сталь 20X12ВНМΦ	495
Сталь 3X3M3Φ	406	Сталь 37X12H8F8MΦБ	496
Сталь 3X2B8Φ	408	Сталь 13X11H2B2MΦ	498
Сталь 3X2H2MBΦ	410	Сталь 45X14H14B2M	500
Сталь 27X2H2M1Φ	411	Сталь 40X15H7ГФ2MC	502
Сталь 6XC	412	Сталь 08X17H13M2T	504
Сталь 4XB2C	414	Сталь 10X17H13M2T	505
Сталь 5XB2C	415	Сталь 31X19H9MBBT	506
Сталь 6XB2C	417	Сталь 10X14Г14H4T	508
Сталь 6XBГ	419	Сталь 14X17H2	511
Сталь 40X5MΦ	420	Сталь 12X18H9	514
Сталь 4X2HМΦ	421	Сталь 17X18H9	517
Сталь инструментальная вал- ковая	422	Сталь 08X18H10	519
Сталь 9X2	422	Сталь 12X18H9T	521
Сталь 90XΦ	424	Сталь 12X18H10T	524
Сталь 9X2MΦ	427	Сталь 08X18H10T	527
Сталь 75XM	428	Сталь 12X18H12T	528
Сталь 75XCMΦ	430	Сталь 08X18Г8H2T	530
Сталь 60XCMΦ	431	Сталь 20X20H14C2	532
Сталь 60X2CMΦ	432	Сталь 08X22H6T	534
Сталь 55X	433	Сталь 12X25H16Г7AP	536
Сталь 60XH	435	Сплав 06XH28MДT	538
Сталь 45XНМ	438	Сплав ХН35BT	540
Сталь 7X2CMΦ	439	Сплав ХН35BTЮ	542
Сталь 60XГ	440	Сплав ХН70Ю	545
Сталь 90XМΦ	442	Сплав ХН70BMЮT	546
Сталь 75XМΦ	443	Сплав ХН70BMТЮΦ	549
Сталь инструментальная бы- строрежущая	444	Сплав ХН77ТЮP	551
Сталь P6M5K5	444	Сплав ХН78T	553
Сталь P9	446	Сплав ХН80ТБЮ	555
Сталь P9M4K8	449	Сплав X15H60·H	557
Сталь P18	451	Сплав X20H80	558
Сталь P18	451	Сплав X27Ю5T	559
Раздел 3. Стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаро- стойкие, жаропрочные, из- носостойкие	454	Раздел 4. Сталь для от- ливок	560
Сталь 40X9C2	454	Сталь 15Л	560
Сталь 40X10C2M	456	Сталь 20Л	561
Сталь 08X13	458	Сталь 25Л	563
Сталь 12X13	460	Сталь 30Л	565
Сталь 20X13	463	Сталь 35Л	566
Сталь 30X13	467	Сталь 40Л	568
Сталь 40X13	470	Сталь 45Л	569
Сталь 10X14AГ15	473	Сталь 50Л	571
Сталь 12X17	474	Сталь 55Л	573
Сталь 08X17T	476	Сталь 35ГЛ	574
Сталь 95X18	477	Сталь 30ГCЛ	575
		Сталь 20ФЛ	576
		Сталь 45ФЛ	577
		Сталь 40ХЛ	577
		Сталь 20XГCФЛ	579

Сталь 30ХГФРЛ	580	Сталь 2СХМЛ	599
Сталь 30ХГСФЛ	581	Сталь 20ГНМФЛ	600
Сталь 35ХГСЛ	582	Сталь 15ГНЛ	601
Сталь 35ХМЛ	583	Сталь 20Х13Л	602
Сталь 35ХМФЛ	585	Сталь 10Х18Н ⁰ Л	603
Сталь 32Х06Л	586	Сталь 12Х18Н9ТЛ	604
Сталь 08ГДНФЛ	588	Сталь 20Х20Н14С2Л	605
Сталь 12ДН2ФЛ	590	Сталь 20Х25Н19С2Л	606
Сталь 20ХГСНДМЛ	591	Сталь 40Х24Н12СЛ	607
Сталь 45ГЛ	593	Сталь 25Х2НМЛ	608
Сталь 25ГСЛ	594	Сталь 110Г13Л	609
Сталь 35ХНЛ	595		
Сталь 35ХН2МЛ	596	Р а з д е л 5. Физические свойства	611
Сталь 14Х2ГМРЛ	597		
Сталь 80ГСЛ	598	Список литературы	632

Марочник сталей и сплавов разработан Центральным научно-исследовательским институтом металлургии и материалов (ЦНИИМ) и Научно-исследовательским конструкторско-технологическим институтом тяжелого машиностроения (НИИтяжмаш) ПО «Уралмаш».

Марочник не заменяет собой действующую нормативно-техническую документацию (ГОСТы, ОСТы, ТУ, РТМ и т. п.). Его основная цель — облегчить конструкторам, технологам, исследователям получение справочных данных об основных свойствах и характеристиках сталей, необходимых для обоснованного выбора марки материала при проектировании изделий и разработке технологии их изготовления. В соответствии с этой целью марочник содержит номенклатуру марок сталей, наиболее широко применяемых на машиностроительных предприятиях, и сведения справочного характера о химическом составе сталей, механических свойствах и твердости заготовок или готовых деталей в зависимости от размеров их поперечного сечения и режима термической обработки, примерном назначении, основных технологических свойствах и т. д.

Марочник разработан на основе созданного в ЦНИИМе фонда данных о свойствах сталей и сплавов, предварительно оцененных на достоверность по трем категориям, установленным ГОСТ 8.310—78:

стандартные справочные данные (ССД) — достоверные данные, обладающие наивысшей точностью и утвержденные Госстандартом СССР;

рекомендуемые справочные данные (РСД) — аттестованные органами ГСССД (Государственной службой стандартных справочных данных) достоверные данные о свойствах веществ и материалов, точность которых удовлетворяет требованиям народного хозяйства;

справочные (информационные) данные (СД) — данные о свойствах веществ и материалов, представленные в числовом виде, достоверность которых не оценена органами ГСССД.

Марочник состоит из пяти разделов: 1 — сталь конструкционная; 2 — сталь инструментальная; 3 — стали и сплавы корро-

зионно-стойкие, жаростойкие, жаропрочные, износостойкие; 4 — стали для отливок; 5 — физические свойства.

Материал по каждой марке стали и сплава включает следующие данные: заменитель марки стали и сплава, вид поставки, назначение, содержание химических элементов в процентах по массовой доле, температуры критических точек, механические свойства, жаростойкость, коррозионная стойкость, технологические свойства, свариваемость, литейные свойства, температурный интервалковки и условия охлаждения послековки, обрабатываемость резанием, прокаливаемость, флокеночувствительность, склонность к отпускной хрупкости.

Химический состав стали или сплава собственного производства определяется по плавочной Э (ковшевой) пробе, отбираемой при разливке стали в соответствии с ГОСТ 7565—81, а химический состав и марка стали проката — по сертификату металлургического завода. Химический анализ выполняют в соответствии с ГОСТ 12344—78 — ГОСТ 12365—84.

Стандартные справочные данные по **механическим свойствам** при 20 °С проката, поковок и отливок, приведенные в марочнике, являются минимальными и должны гарантироваться при выполнении установленной технологии. За сечение поковки или отливки принимают ее расчетную толщину (диаметр) под термообработку.

Характеристики механических свойств поковок, приведенные в марочнике при отсутствии соответствующих указаний, получены при испытании продольных образцов. При испытании тангенциальных, поперечных и радиальных образцов допускается снижение норм механических свойств в соответствии с ГОСТ 8479—70.

Уровень механических свойств поковок из конструкционных марок сталей (приложение № 1 ГОСТ 8479—70) приведен в соответствии с требованиями ГОСТ 8479—70 для соответствующей категории прочности. Механические свойства поковок из марок сталей, не вошедших в приложение № 1 ГОСТ 8479—70, даны на основании обобщения опыта заводов в соответствии с отраслевыми техническими условиями.

Объем, нормы и порядок контроля механических свойств и приемки поковок устанавливаются в соответствии с ГОСТ 8479—70.

Показатели механических свойств отливок относятся к образцам, вырезанным из отдельно отливаемых пробных брусков или приливных проб после их соответствующей термообработки, и характеризуют свойства термообработанных по тому же режиму отливок со стенками толщиной до 100 мм. Нормы механических свойств отливки со стенками толщиной более 100 мм в необходимых случаях должны устанавливаться техническими условиями. Объем, нормы и порядок контроля и приемки отливок устанавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 977—75 и ГОСТ 2176—77.

Приведенные в марочнике режимы термической обработки,ковки и других технологических процессов являются рекомендуе-

мыми и могут корректироваться заводскими технологами в зависимости от химического состава плавки, требований, предъявляемых к обрабатываемым поковкам или отливкам, производственного оборудования и др.

Испытания на растяжение проводят в соответствии с ГОСТ 1497—84, на ударный изгиб — по ГОСТ 9454—78, усталостные испытания — по ГОСТ 25.502—79. Значения пределов выносливости даны с указанием базы испытания (числа циклов), а также в зависимости от предела текучести, временного сопротивления разрыву и твердости.

Механические свойства в зависимости от температуры испытания приведены по результатам испытаний на ударный изгиб при отрицательных температурах (ГОСТ 9454—78) и на растяжение при повышенных температурах (ГОСТ 9651—84).

Результаты испытаний на длительную прочность и ползучесть указаны по ГОСТ 3248—60 и ГОСТ 10145—62.

Жаростойкость по ГОСТ 6130—71 определяется глубиной проникновения коррозии, выраженной в миллиметрах в год, при соответствующих условиях (среды, температуры и длительности испытания).

В марочнике все данные по **коррозионной стойкости** указаны в соответствии с ГОСТ 9.908—85 по глубине проникновения коррозии на допустимую (заданную) глубину с учетом влияния среды, температуры, длительности испытания. Коррозионная стойкость металла оценивается по скорости проникновения коррозии металла, т. е. уменьшению толщины металла вследствие коррозии, выраженному в линейных единицах, к единице времени (мм/год).

При подборе конструкционных материалов следует учитывать, что скорость точечной коррозии на сталях, которые подвержены этому виду разрушения, как правило, в несколько раз превышает скорость общей коррозии.

Свариваемость стали и сплавов является комплексной характеристикой стали, определяющейся технологическими трудностями, возникающими при сварке, и эксплуатационной надежностью сварных соединений.

В марочнике даны характеристики так называемой технологической свариваемости. В зависимости от сложности технологических приемов, устраняющих возможность образования трещин при сварке и обеспечивающих получение сварного соединения требуемого качества, стали условно разделяют на четыре группы по свариваемости: 1) стали, свариваемые без ограничения (сварка производится без подогрева и без последующей термообработки); 2) ограниченно свариваемые стали (сварка возможна при подогреве до 100—120 °С и последующей термообработке); 3) трудносвариваемые стали (для получения качественных сварных соединений требуются дополнительные операции: подогрев до 200—300 °С при сварке, термообработка после сварки — отжиг); 4) стали, не применяемые для сварных конструкций.

В марочнике принята оценка характеристик **литейных свойств** в виде относительных величин коэффициентов, равных отношению показателей для исследуемого и эталонного сплавов, определенных по единым методикам. В качестве эталонной принята сталь марки 30Л. Технологичность оценена следующими показателями:

жидкотекучести $K_{ж.т}$ (отношение значений жидкотекучести данной стали и эталонной);

трещиностойчивости $K_{т.у}$ (отношение значений трещиностойчивости данной стали и эталонной);

склонности стали к образованию усадочных раковин $K_{у.р}$ (отношение объема усадочной раковины в отливках из данной стали и эталонной);

склонности стали к образованию усадочной пористости $K_{у.п}$ (отношение пористой зоны в отливках из данной стали и эталонной).

Жидкотекучесть определена по спиралевидной пробе по ГОСТ 16438—70. Длина залитой спирали в сантиметрах выражает жидкотекучесть сплава.

Склонность стали к образованию усадочных раковин и пор определена на цилиндрическом образце, переходящем в верхней части в усеченный конус; усадочная пористость — по ширине пористой зоны; трещиностойчивость — на приборе конструкции ЦНИИТМаша. Прибор показывает стойкость стали против образования горячих трещин, которые образуются вследствие заторможенной усадки образцов. Литейные свойства определены при температуре начала затвердевания слитка 50—70 °С.

Механические свойства отливок, поставляемых по ГОСТ 977—75, приведены в марочнике для отливок II и III групп.

Ковочные свойства в марочнике оцениваются механическими свойствами в зависимости от температуры испытания в интервале ковочных температур, температурными параметрамиковки и условиями охлаждения преимущественно крупных поковок, получаемых из слитков или заготовок.

Приведенные температурные интервалыковки являются наиболее широкими, а режимы охлаждения — ускоренными, которые достигнуты на отдельных заводах. Использование на других заводах рекомендуемых в марочнике параметров, а также назначение рациональной температуры нагрева металла и условий охлаждения поковок возможно только после предварительного опробования и соответствующей корректировки с учетом местных условий, металлургической технологии, объема ковочных работ, размера поковок, величины садки, состояния печного оборудования и др. Рекомендуемые условия охлаждения металла послековки в ряде случаев не заменяют режимов предварительной термообработки поковок.

Указанные рекомендации составлены на основании действующих заводских технологических инструкций и нормалей, а механические свойства при ковочных температурах — по данным

литературных источников и результатов исследований, проведенных в ЦНИИТМаше, УЗТМ, УПИ и других организациях.

Обрабатываемость стали и сплавов резанием определена для условий полустачного точения без охлаждения по чистому металлу резцами, оснащенными твердыми сплавами Т5К10, ВК8 (для аустенитных сталей и сплавов на нежелезной основе), и резцами из быстрорежущей стали Р18, Р12 (для углеродистых и легированных сталей) при постоянных значениях глубины резания 1,5 мм, подачи 0,2 мм/об и главного угла в плане резцов $\varphi = 60^\circ$.

Обрабатываемость стали и сплавов резанием оценена по скорости резания, соответствующей 60-минутной стойкости резцов v_{60} , и выражена коэффициентами $K_{v\text{ тв. спл}}$ и $K_{v\text{ б. ст}}$ по отношению к эталонной стали. В качестве эталонной стали принята углеродистая сталь 45 ($\sigma_b = 637$ МПа, НВ 179), скорость резания v_{60} которой взята за единицу. Коэффициенты обрабатываемости данной стали для условий точения твердосплавными резцами $K_{v\text{ тв. спл}} = v_{60}/145$, где v_{60} — скорость резания, соответствующая 60-минутной стойкости резцов, при точении данной стали, м/мин; 145 — значения скорости резания при 60-минутной стойкости твердосплавных резцов при точении эталонной стали 45.

Коэффициенты обрабатываемости стали K_v для условий точения резцами из быстрорежущей стали $K_{v\text{ б. ст}} = v_{60}/70$, где 70 — значение скорости резания при 60-минутной стойкости быстрорежущих резцов при точении эталонной стали 45.

Для принятых условий резания абсолютное значение скорости резания v_{60} данной стали определяется умножением ее коэффициента $K_{v\text{ тв. спл}}$ или $K_{v\text{ б. ст}}$ на соответствующие значения эталонной стали 45.

Прокаливаемость по ГОСТ 5657—69 приведена в виде таблиц полос прокаливаемости (минимальное и максимальное значения твердости в зависимости от расстояния от охлаждаемого участка). Кроме того, приведены критические диаметры при закалке в масле и в воде при определенном количестве мартенсита в структуре.

По склонности к образованию флокенов (**флокеночувствительность**) деформируемые стали условно разбиты на четыре группы: нефлокеночувствительные, малофлокеночувствительные, флокеночувствительные, повышенной флокеночувствительности.

Склонность к отпускной хрупкости стали проявляется в снижении ударной вязкости при медленном охлаждении после высокого отпуска или при длительных выдержках в интервале температур 450—600 °С. Стали условно разбиты на три группы:

не склонные к отпускной хрупкости, малосклонные, склонные.

В марочнике приведен перечень использованной литературы, насчитывающий, без учета использованных Государственных стандартов, 190 источников (марочники смежных отраслей, справочники, монографии, статьи, обзоры и др.).

Механические и физические свойства

- σ_B — временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), МПа;
- $\sigma_{0,05}$ — предел упругости, МПа;
- $\sigma_{0,2}$ — предел текучести условный, МПа;
- $\delta_5, \delta_4, \delta_{10}$ — относительное удлинение после разрыва, %;
- ψ — относительное сужение, %;
- KCU и KCV — ударная вязкость, определенная на образце с концентраторами соответственно вида U и V, Дж/см²;
- $\sigma_{сж0,2}$ — предел текучести при сжатии, МПа;
- $\sigma_{сж}$ — предел прочности при сжатии, МПа;
- ε — относительная осадка при появлении первой трещины, %;
- τ_K — предел прочности при кручении, максимальное касательное напряжение, МПа;
- ν — относительный сдвиг, %;
- $\sigma_{изг}$ — предел прочности при изгибе, МПа;
- σ_{-1} — предел выносливости при испытании на изгиб с симметричным циклом нагружения, МПа;
- τ_{-1} — предел выносливости при испытании на кручение с симметричным циклом нагружения, МПа;
- n — количество циклов нагружения;
- $\sigma_{\% / ч}^t$ — предел ползучести для данного процента (%) остаточной деформации за определенное время испытаний (ч) при температуре (t), МПа;
- σ_r^t — предел длительной прочности, МПа;

- $HRC_{\circ}$ — твердость по Роквеллу, шкала С;
 HRB — твердость по Роквеллу, шкала В;
 HB — твердость по Бринеллю;
 HV — твердость по Виккерсу;
 HSD — твердость по Шору;
 $K_{\text{в тв. спл}}$ и $K_{\text{в. б. ст}}$ — коэффициенты обрабатываемости для условий точения резцами соответственно твердосплавными и из быстрорежущей стали;
 E — модуль упругости нормальный, ГПа;
 G — модуль упругости при сдвиге кручением, ГПа;
 $\rho_{\text{п}}$ — плотность, кг/м³;
 λ — коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C);
 ρ — удельное электросопротивление, Ом·м;
 α — коэффициент линейного расширения, 10⁻⁶1/°C;
 c — удельная теплоемкость, Дж/(кг·°C);

Химические элементы

С — углерод;	Ni — никель;	Ti — титан;
Si — кремний;	Mo — молибден;	Al — алюминий;
Mn — марганец;	W — вольфрам;	Cu — медь;
S — сера;	V — ванадий;	As — мышьяк;
P — фосфор;	Co — кобальт;	Zr — цирконий;
Cr — хром;	N — азот;	B — бор;
Fe — железо;	Nb — ниобий;	Ba — барий
Ce — церий		

Обозначения марок сталей и сплавов

В обозначении марки первые две цифры указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Буквы за цифрами обозначают: С — кремний, Г — марганец, Н — никель, М — молибден, П — фосфор, Х — хром, К — кобальт, Т — титан, Ю — алюминий, Д — медь, В — вольфрам, Ф — ванадий, Р — бор, А — азот, Ё — ниобий, Ц — цирконий.

Цифры, стоящие после букв, указывают примерное содержание легирующего элемента в целых единицах. Отсутствие цифры означает, что содержание этого элемента до 1,5 % (по верхнему пределу).

П р и н я т ы е с о к р а щ е н и я

- ХТО — химико-термическая обработка;
- ТВЧ — нагрев токами высокой частоты;
- МКК — межкристаллитная коррозия;
- ВТМО — высокотемпературная механическая обработка;
- НТМО — низкотемпературная механическая обработка;
- РДС — ручная дуговая сварка;
- АДС — автоматическая дуговая сварка;
- ЭШС — электрошлаковая сварка;
- КТС — контактная сварка;
- АрДС — аргонодуговая сварка;
- КП — категория прочности;
- Пр — продольное направление вырезки образцов;
- П — поперечное направление вырезки образцов;
- Т — тангенциальное направление вырезки образцов;
- Ц — образцы вырезаны из центральной зоны;
- К — образцы вырезаны из приповерхностной зоны.

РАЗДЕЛ I

СТАЛЬ КОНСТРУКЦИОННАЯ

СТАЛЬ КОНСТРУКЦИОННАЯ УГЛЕРОДИСТАЯ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Сталь Ст0

Заменитель —

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 380—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 19771—74, ГОСТ 19772—74, ГОСТ 8278—75, ГОСТ 8281—80, ГОСТ 8283—77, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8910—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72. Лист толстый ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 19903—74. Лента ГОСТ 503—81, ГОСТ 6009—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Проволока ГОСТ 3282—74, ГОСТ 17305—71.

Назначение — для второстепенных элементов конструкций и неответственных деталей: настилы, арматура, подкладка, шайбы, перила, кожухи, обшивки и другие.

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

C	P	S
Не более		
0,23	0,07	0,06

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	σ_B , МПа	δ_5 , (δ_4), %
			не менее	
380—71	Прокат горячекатаный	До 20 Св. 20 до 40 Св. 40	300	23 22 20
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные Листы холоднокатаные	До 2,0 вкл. Св. 2,0 до 3,9 вкл. До 2,0 вкл. Св. 2,0 до 3,9 вкл.	300	(11) (13) (14) (16)

При $\sigma_B = 305$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 167$ МПа [162].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1300, конца 700.
 Свариваемость — сваривается без ограничений; способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭПС и КТС.
 Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 103—107 и $\sigma_B = 460$ МПа $K_{\text{в.ст}} = 1,65$ и $K_{\text{в.тв.снл}} = 2,1$.
 Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.
 Флокеночувствительность — не чувствительна.

Коррозионная стойкость [43]

Среда	Температура испытания, °C	Скорость коррозии, мм/год
Морская вода	20	0,105

Сталь ВСт2кп

Заменитель —

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 19772—74, ГОСТ 19771—74, ГОСТ 8278—75, ГОСТ 8281—80, ГОСТ 8283—77, ГОСТ 380—71, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 535—79, ГОСТ 2879—69. Лист толстый ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 19903—74, ГОСТ 16523—70. Лента ГОСТ 503—81. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Проволока ГОСТ 3282—74, ГОСТ 17305—71. Трубы: ГОСТ 10705—80, ГОСТ 10706—76, ГОСТ 3262—75.

Назначение — неотчетственные детали повышенной пластичности, малонагруженные элементы сварных конструкций, работающие при постоянных нагрузках и положительных температурах

Температура критических точек, °C [104]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Arc _m)	At ₁
735	854	835	682

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
не более								
0,09—0,15	0,25—0,50	0,07	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_4), %
			МПа		
			не менее		
380—71	Прокат горяче- катаный	До 20	215	320—410	33
		Св. 20 до 40	205		32
		Св. 40 до 100	195		30
		Св. 100	185		30

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_2), %
			МПа		
			не менее		
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные Листы холоднокатаные	До 2,0 вкл. Св. 2,0 до 3,9 вкл. Св. 2,0 вкл. Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—	320—410	(21) (23) (24) (26)

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С				Состояние поставки
+20	0	—20	—40	
24—64	13—16	8	8	Прутки горячекатаный диаметром до 150 мм

При $\sigma_B = 323 \div 412$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 176 \div 196$ МПа [162].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1300, конца 750. Охлаждение на воздухе. Свариваемость — сваривается без ограничений, способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭПС и КТС. Для толщины более 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 137 $K_{\text{об. ст.}} = 2,0$ и $K_{\text{об. ст.}} = 1,6$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСт2пс

Заменитель — сталь ВСт2сп.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 19772—74, ГОСТ 19771—74, ГОСТ 8278—83, ГОСТ 8281—80, ГОСТ 8283—77, ГОСТ 380—71, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 535—79, ГОСТ 2879—69. Лист гонкий ГОСТ 19903—74. Лента ГОСТ 503—81, ГОСТ 6009—74, Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70, ГОСТ 535—79. Проволока ГОСТ 3282—74. Трубы ГОСТ 10705—80, ГОСТ 10706—76. Лист толстый ГОСТ 19903—74.

Назначение — неотверженные детали, требующие повышенной пластичности или глубокой вытяжки, малонагруженные элементы сварных конструкций, работающие при постоянных нагрузках и положительных температурах.

Температура критических точек, °С [104]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_r
735	854	835	682

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,09—0,15	0,25—0,50	0,05—0,17	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_{10}), %
			МПа		
			не менее		
380—71	Прокат горячекатаный	До 20	225	330—430	32
		Св. 20 до 40	215		31
		Св. 40 до 100	205		29
		Св. 100	195		29
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные Листы холоднокатаные	До 2,0 вкл.	—	330—430	(21)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.			(23)
		До 2,0 вкл.			(24)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.			(26)

Ударная вязкость КСU, Дж/см² [81]

Температура, °C				Состояние поставки
+ 20	0	—20	—40	
24—64	13—16	8	8	Пруток горячекатаный диаметром до 150 мм

Механические свойства проката при повышенных температурах [84]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
20	230	395	33	69	104
100	210	370	—	—	126
300	145	—	—	—	120
400	125	350	—	71	89
500	105	210	—	75	86
600	55	140	42	87	80

При $\sigma_B = 330 \div 430$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 175 \div 205$ МПа [162].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1300, конца 750. Охлаждение на воздухе. Свариваемость — сваривается без ограничения; способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС, КТС. Для толщины более 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 137 $K_{\text{ртв, спл}} = 2,0$ и $K_{\text{ртв, ст}} = 1,6$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСт2сп

Заменитель — сталь ВСт2пс.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 19772—74, ГОСТ 535—79, ГОСТ 8278—83, ГОСТ 8281—80, ГОСТ 8283—77, ГОСТ 380—71, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8239—72. Лист толстый ГОСТ 19903—74 Лист тонкий ГОСТ 19903—74. Лента ГОСТ 503—81, ГОСТ 6009—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70, ГОСТ 535—79. Проволока ГОСТ 3282—74, ГОСТ 17305—71. Трубы ГОСТ 10705—80, ГОСТ 10706—76, ГОСТ 3262—75.

Назначение — ответственные детали, требующие повышенной пластичности или глубокой вытяжки, малонагруженные элементы сварных конструкций, работающие при постоянных нагрузках и положительных температурах.

Температура критических точек, °С [104]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _m)	Ar ₁
735	854	835	682

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,09—0,15	0,25—0,50	0,12—0,30	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_5), %
			МПа		
			не менее		
380—71	Прокат горяче-катаный	До 20	225	330—430	32
		Св. 20 до 40	215		31
		Св. 40 до 100	205		29
		Св. 100	195		29

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_4), %
			МПа		
			не менее		
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячека- танные Листы холодно- катанные	До 2,0 вкл. Св 2,0 до 3,9 вкл. До 2,0 вкл. Св 2,0 до 3,9 вкл.	—	330—430	(21) (23) (24) (26)
8731—74	Трубы горячеде- формированные, термообработан- ные	—	215	340	24
10706—76	Трубы электро- сварные прямо- шовные	—	225	330	22

Твердость после различных видов термообработки [104]

Режимы термообработки	HRC ₃	HB
Нормализация 900—950 °С, воздух	—	156
Цементация 900—950 °С, воздух. Закалка 800—820 °С, вода. Отпуск 180—200 °С, воздух	57 поверхности	—
Цианирование 840—860 °С, воздух. Закалка 840—860 °С, вода. Отпуск 180—200 °С, воздух	57—63 поверхности	—

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура °С				Состояние поставки
+20	0	—20	—40	
23—63	13—16	8	8	Прутки горячекатаный диаметром 140—150 мм

Механические свойства проката при повышенных температурах [84]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
20	230	395	33	69	104
100	210	370	—	—	126
300	145	—	—	—	120
400	125	350	—	71	89
500	105	210	—	75	66
600	55	140	42	87	80

При $\sigma_B = 335 \div 430$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 176 \div 206$ [162].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1300, конца 750. Охлаждение на воздухе.
Свариваемость — сваривается без ограничений, способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС и КТС. Для толщины более 36 мм рекомендуется подогрев и последующая герметическая обработка

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 137 $K_{в\text{спл}} = 2,0$ и $K_{в\text{ст}} = 1,6$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСтЗкп

Заменитель — сталь ВСтЗпс.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 19771—74, ГОСТ 19772—74, ГОСТ 8278—83, ГОСТ 8281—80, ГОСТ 8283—77, ГОСТ 380—71, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 535—79, ГОСТ 2879—69. Лист толстый ГОСТ 19903—71. Лист тонкий ГОСТ 19903—74 Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 535—79. Трубы ГОСТ 10705—80, ГОСТ 10706—76.

Назначение — для второстепенных и малонагруженных элементов сварных и несварных конструкций, работающих в интервале температур от —10 до 400 °С.

Температура критических точек, °С [84]

$A_{с1}$	$A_{с3} (A_{сm})$	$A_{г3} (A_{гm})$	$A_{г1}$
735	850	835	680

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

С	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
		не более						
0,14—0,22	0,30—0,60	0,07	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_4), \%$
			МПа		%
			не менее		
380—71	Прокат горячекатаный	До 20	235	360—460	27
		Св. 20 до 40	225		26
		Св. 40 до 100	215		24
		Св. 100	195		24
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные	До 2 вкл.	—	360—460	(20)
		Св. 2 до 3,9 вкл.	—		(22)
	Листы холоднокатаные	До 2 вкл.	—	360—460	(22)
		Св. 2 до 3,9 вкл.	—		(24)

Ударная вязкость КСУ в состоянии поставки, Дж/см² [28]

Температура, °С					Листы толщиной, мм
+ 20	0	—10	— 20	—30	
89—100	60—85	12—69	13—53	6—10	10—12
40—140	15—71	9—16	8—12	—	16—20
30—115	—	6—13	6—13	7—9	30—32
64—149	83—112	83—114	14—63	—	До 12 мм (фасонный прокат)

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
Листы толщиной 12 мм в состоянии поставки (образцы поперечные)				
20	205	385	37	60
100	190	370	27	59
200	175	430	21	51
300	160	450	23	49
400	150	395	35	62

При $\sigma_B = 380$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 175$ МПа [22].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1300, конца 750. Охлаждение на воздухе. Свариваемость — сваривается без ограничений; способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭПС и КТС. Для толщины свыше 36 мм рекомендуется подогрев и обязательная последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячем состоянии при HB 124 и $\sigma_B = 400$ МПа $K_{ртв. спл} = 1,8$ и $K_{об. ст} = 1,6$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСтЗпс

Заменитель — сталь ВСтЗсп.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 19771—74, ГОСТ 19772—74, ГОСТ 8278—83, ГОСТ 8281—80, ГОСТ 8282—76, ГОСТ 8283—77, ГОСТ 380—71, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 535—79, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8239—72. Лист толстый ГОСТ 19903—74, Лист тонкий ГОСТ 19903—74. Лента ГОСТ 503—81. Полоса ГОСТ 82—70, ГОСТ 103—76. Трубы ГОСТ 10706—76, ГОСТ 8734—75, ГОСТ 10705—80.

Назначение — несущие и не несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Фасонный и листовой прокат (5-й категории) толщиной до 10 мм для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках в интервале от —40 до +425 °С. Прокат от 10 до 25 мм — для несущих элементов сварных конструкций, работающих при температуре от —40 до +425 °С при условии поставки с гарантируемой свариваемостью.

Температура критических точек, °С [84]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Arc _m)	Ag ₁
735	850	835	680

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,14—0,22	0,40—0,65	0,05—0,17	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_4), %
			МПа		
			не менее		
380—71	Прокат горяче-катаный	До 20	245	370—480	26
		Св. 20 до 40	235		25
		Св. 40 до 100	225		23
		Св. 100	205		23
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные Листы холоднокатаные	До 2,0 вкл.	—	370—480	(20)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		(22)
		До 2,0 вкл.	—		(22)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		(24)

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² (ГОСТ 380—71)

Вид проката	Направление вырезки образца	Сечение, мм	+ 20 °С	—20 °С	после механического старения
			не менее		
Лист	Поперечное	5—9	78	39	39
		10—25	69	29	29
		26—40	49	—	—
Широкая полоса	Продольное	5—9	98	49	49
		10—25	78	29	29
		26—40	69	—	—
Сортовой и фасонный	Продольное	5—9	108	49	49
		10—25	98	29	29
		26—40	88	—	—

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1300, конца 750. Охлаждение на воздухе. Свариваемость — свариваются без ограничений; способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС и КТС. Для толщины свыше 36 мм требуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 124 и $\sigma_B = 400$ МПа, $K_{\text{в тв спл}} = 1,8$ и $K_{\text{в б ст}} = 1,6$.

Флокеночувствительность — не чувствительна

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСтЗпс

Заменитель — сталь ВСтЗпс

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 535—79, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 19771—74, ГОСТ 19772—74, ГОСТ 8278—83, ГОСТ 8281—80, ГОСТ 8282—83, ГОСТ 8283—77, ГОСТ 380—71, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8239—72 Лист толстый ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 19903—74 Лента ГОСТ 503—81, ГОСТ 6009—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70, ГОСТ 535—79. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70. Трубы ГОСТ 8734—75, ГОСТ 10706—76, ГОСТ 10705—80.

Назначение — несущие элементы сварных и несварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Фасонный и листовой прокат (5-й категории) — для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках: при толщине проката до 25 мм в интервале температур от —40 до +425 °С, при толщине проката свыше 25 мм — от —20 до +425 °С при условии поставки с гарантируемой свариваемостью.

Температура критических точек, °С [84]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _m)	Ag ₁
735	850	835	680

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,14—0,22	0,40—0,65	0,12—0,30	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_{10}), %
			МПа		
			не менее		
380—71	Прокал горячекатаный	До 20	245	370—480	26
		Св. 20 до 40	235		25
		Св. 40 до 100	225		23
		Св. 100	205		23
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные Листы холоднокатаные	До 2,0 вкл.	—	370—480	(20)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		(22)
		До 2,0 вкл.	—		(22)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		(24)

Механические свойства поковок

ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
			МПа		%			
			не менее					
8479—70	Нормализация	До 100	175	353	28	55	64	101—143
		100—300	175	353	24	50	59	
		До 100	195	392	26	55	59	111—156
100—300	195	392	23	50	54			

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² (ГОСТ 380—71)

Вид проката	Направление вырезки образца	Сечение, мм	+ 20 °С	—20 °С	После механического старения
			не менее		
Лист	Поперечное	5—9	78	39	39
		10—25	68	29	29
		26—40	49	—	—
Широкая полоса	Продольное	5—9	98	49	49
		10—25	78	29	29
		26—40	68	—	—
Сортовой и фасонный	Продольное	5—9	108	49	49
		10—25	98	29	29
		26—40	88	—	—

Механические свойства при повышенных температурах [81, 84]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Горячекатаная заготовка размерами 140×120 мм

20	220	445	33	59	154
300	205	—	—	—	199
500	180	285	34	80	119

Лист и фасонный прокат в горячекатаном состоянии толщиной до 30 мм

20	205—340	420—520	28—37	56—68	—
200	215—285	—	—	—	—
300	205—265	—	—	—	—
400	155—255	275—490	34—43	60—73	—
500	125—175	215—390	36—43	60—73	—

Температура испытания °С	σ_0 2	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм кованный и нормализованный Скорость деформирования 16 мм/мин, скорость деформации 0,009 1/с					
700	73	100	57	96	—
800	51	63	95	95	—
900	38	65	84	100	—
1000	25	43	79	100	—
1100	19	31	80	100	—
1200	14	25	84	100	—

Предел выносливости [81]

σ_{-1} МПа	n	Состояние стали
191	10 ⁷	Лист толщиной 40 мм в горячекатаном состоянии Образец гладкий
93	10 ⁷	Образцы диаметром 10 мм с надрезом
213	2 · 10 ⁶	$\sigma_B = 440$ МПа [22]

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С начала 1300, конца 750 Охлаждение на воздухе
Свариваемость — сваривается без ограничений, способы сварки РДС, АДС под флюсом и газовой защитой ЭШС и КТС Для толщины свыше 36 мм рекомендуется подогрев и последующая термообработка

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 124 и $\sigma_B = 400$ МПа $K_{обтв спл} = 1,8$ $K_{обст} = 1,6$

Флокеночувствительность — не чувствительна

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСтЗГпс

Заменитель — сталь ВСтЗпс, 18Гпс

Рид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71 ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 535—79, ГОСТ 380—71 Полоса ГОСТ 103—70, ГОСТ 535—79

Назначение — фасонный и листовой прокат толщиной от 10 до 36 мм для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках при температуре от —40 до +425 °С, и для ненесущих элементов сварных конструкций работающих при температуре от —40 до +425 °С при гарантируемой свариваемости

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
		не более						
0 14—0,22	0 80—1,10	0,15	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение мм	$\sigma_{0.2}$	σ_B	δ_b %
			МПа		
			не менее		
380—71	Сталь горячекатаная	До 20	245	370—490	26
		Св 20 до 40	235		25
		Св 40 до 100	225		23
		Св 100	205		23

Ударная вязкость KCU, Дж/см² (ГОСТ 380—71)

Вид проката	Направление вырезки образца	Сечение мм	+ 20 °С	—20 °С	После меха нического старения
			не менее		
Лист	Поперечное	5—9	78	39	39
		10—30	69	29	29
		31—40	49	—	—
Универсальный	Продольное	5—9	98	49	49
		10—30	78	29	29
		31—40	69	—	—
Сортовой и фасон- ные	Продольное	5—9	108	49	49
		10—30	98	29	29
		31—40	88	—	—

Ударная вязкость KCU, в состоянии поставки, Дж/см² [81]

Температура С					Толщина листа, мм
+ 20	0	— 10	— 30	— 40	
87—195	54—129	34—125	—	25—111	12—20
87—132	60—98	23—96	—	16—69	30
162—179	94—103	93—103	20—46	10—36	40
130—173	71—130	18—84	19—56	7—30	50
116—219	77—204	32—146	—	17—132	10—20 (фасонный прокат)

Механические свойства при повышенных температурах [183]

Температура испытания °С	$\sigma_{0.2}$	σ_B	δ	ψ	КСУ Дж/см²
	МПа		%		
Лист горячекатаный толщиной 12—50 мм					
20	225—390	410—570	26—39	58—68	—
200	215—390	—	—	—	—
300	215—360	—	—	—	—
400	195—265	—	—	—	—
500	175—245	300— 00	—	65—76	—

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

*Лист горячекатаный толщиной 20 мм, деформированный,
старение при 350 °С, выдержка 1000 ч*

20	370	510	22	78	120
200	320	470	22	63	127
300	320	510	18	58	129
400	275	440	22	65	116
500	245	340	25	78	98

Предел выносливости при $n = 10^7$ [81] (Лист горячекатаный толщиной 40 мм, образцы диаметром 10 мм.)

σ_{-1} , МПа	Образцы
181	Гладкие
104	С надрезом

Технологические свойства [81, 84]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800.

Свариваемость — сваривается без ограничений; способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭИС и КТС. Для толщины свыше 36 мм рекомендуется подогрев и обязательная последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 124 и $\sigma_B = 400$ МПа $K_{\text{с.пл}} = 1,8$, $K_{\text{с.ст}} = 1,6$

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСт4кп

Заменитель —

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 380—71. Лист тонкий ГОСТ 16523—70. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 535—79. Трубы ГОСТ 10705—80.

Назначение — сварные, клепаные и болтовые конструкции повышенной прочности в виде сортового, фасонного и листового проката, а также для мало-нагруженных деталей.

Температура критических точек, °С [84]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
735	840	825	680

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

С	Мп	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
		не более						
0,18—0,27	0,40—0,70	0,07	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сеченье, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
			МПа		
			не менее		
380—71	Сталь горячекатаная	До 20	255	400—510	25
		Св. 20 до 40	245		24
		Св. 40 до 100	235		22
		Св. 100	225		22
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные Листы холоднокатаные	До 2,0 вкл.	—	400—510	19
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		21
		До 2,0 вкл.	—		21
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		23

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С			Состояние стали
+ 20	— 20	— 40	
64—98 65—138	6—84 6—97	5—47 5—28	Листы горячекатаные толщиной 12 мм То же после закалки 680—700 °С, вода

При $\sigma_B = 400 \div 510$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 196 \div 225$ МПа [162].

Технологические свойства [104]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — сваривается ограниченно.

Обрабатываемость резанием — при HB 152 K_v тв. спл = 1,7, K_v б. ст = 1,7.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСт4пс

Заменитель — сталь ВСт4сп.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 535—79, ГОСТ 380—71. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 535—79. Трубы ГОСТ 10704—76, ГОСТ 10705—80.

Назначение — сварные, клепаные и болтовые конструкции повышенной прочности в виде сортового, фасонного и листового проката, а также для мало нагруженных деталей типа валов, осей, втулок и др.

Температура критических точек, °С [84]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
735	840	825	680

Химический состав, % (ГОСТ 330—71)

C	Mn	Si	P	S	Cr	N	Cu	As
0,18—0,27	0,40—0,70	0,05—0,17	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_{5,10}$, %
			МПа		
			не менее		
380—71	Сталь горячекатаная	До 20	265	410—530	24
		Св. 20 до 40	255		23
		Св. 40 до 100	245		21
		Св. 100	235		21
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные	До 2,0 вкл.	—	410—530	(19)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		(21)
	Листы холоднокатаные	До 2,0 вкл.	—	410—530	(21)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		(23)

Ударная вязкость (ГОСТ 380—71)

Состояние поставки	Сечение, мм	KCU, Дж/см ²
Листы (Образцы поперечные)	5—9	69
	10—25	59
	26—40	39
Сортовой и фасонный прокат	5—9	98
	10—25	88
	26—40	69

Механические свойства при повышенных температурах [140]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
20	240	390	33	70	108
100	215	370	22	—	127
300	145	—	—	—	118
400	125	350	32	71	83
500	110	205	30	75	68
600	59	135	43	86	78

При $\sigma_B = 410 \div 530$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 196 \div 235$ МПа [162].

Технологические свойства [28, 84, 104]

Температураковки °С: начала 1280, конца 800.

Свариваемость — сваривается ограниченно.

Обрабатываемость резанием — при HB 152 $K_{\text{об. ст}} = 1,7$, $K_{\text{в. ст}} = 1,7$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСт5пс

Заменитель —

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 19771—74, ГОСТ 19772—74, ГОСТ 8278—83, ГОСТ 8509—72, ГОСТ 8510—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8239—83, ГОСТ 380—71, ГОСТ 535—79 Лист толстый ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 19903—74. Лента ГОСТ 6009—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Проволока ГОСТ 2590—71. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70. Трубы ГОСТ 8639—82.

Назначение — детали клепаных конструкций, болты, гайки, ручки, тяги, втулки, ходовые валики, клинья, цапфы, рычаги, упоры, штыри, пальцы, стержни, звездочки, трубчатые решетки, фланцы и др. детали, работающие в интервале температур от 0 до +425 °С; поковки сечением до 800 мм.

Температура критических точек, °С [84]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	A _{г3} (Arc _m)	A _{г1}
730	825	815	690

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,28—0,37	0,50—0,80	0,05—0,17	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	σ _{0,2}	σ _в	δ ₅ (δ ₁₀), %
			МПа		
			не менее		
380—71	Сталь горячекатаная	До 20	285	490—630	20
		Св. 20 до 40	275		19
		Св. 40 до 100	265		17
		Св. 100	255		17
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные Листы холоднокатанные	До 2,0 вкл.	—	490—630	(17)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		(19)
		До 2,0 вкл.	—		(19)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		(21)

Механические свойства при повышенных температурах [84]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
20	330	535	25	52	64
100	310	500	20	54	69
200	305	—	19	40	78
300	215	—	22	50	69
400	185	500	23	64	59
500	160	365	24	70	—
600	88	195	35	50	—

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [190]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		

*Стержень диаметром 14—16 мм. Закалка 900 °C, вода.
Охлаждение после отпуска в печи*

200	890	1080	4
300	780	900	7
400	690	780	11
500	600	700	15
600	530	650	19

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1260, конца 750. Сечения до 800 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая; способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТС без ограничений.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 158 и $\sigma_B = 640$ МПа $K_{\text{тв.спл}} = 1,2$, $K_{\text{обсг}} = 1,2$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСт5сп

Заменитель — сталь Ст6сп, ВСт4сп.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 535—79, ГОСТ 19771—74, ГОСТ 19772—74, ГОСТ 8278—83, ГОСТ 380—71, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8239—72. Лист толстый ГОСТ 19903—74. Лента ГОСТ 6009—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70, ГОСТ 535—79. Проволока ГОСТ 2590—71. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70. Трубы ГОСТ 8639—82, ГОСТ 8731—87. Лист тонкий ГОСТ 19903—74.

Назначение — то же, что и у стали ВСт5бс.

Температура критических точек, °C [84]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁
730	825	815	690

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

C	Mn	S	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,28—0,37	0,50—0,80	0,15—0,35	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅ , (δ ₄), %
			МПа		
			не менее		
380—71	Сталь горячекатаная	До 20	285	490—630	20
		Св. 20 до 40	275		19
		Св. 40 до 100	265		17
		Св. 100	255		17
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные Листы холоднокатаные	До 2,0 вкл.	—	490—630	(17)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		(19)
		До 2,0 вкл.	—		(19)
		Св. 2,0 до 3,9 вкл.	—		(21)
8731—87	Трубы горячедеформированные, термообработанные	—	275	490	17

Механические свойства поковки

ГОСТ	Состояние поставки, термо- обработка	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСЧ, Дж/см²	НВ
			МПа		%			
			не менее					
8479—70	Нормализация	100—300	175	350	24	50	59	101—143
		300—500			22	45	54	
		500—800			20	40	49	
		100—300	195	390	23	50	54	111—156
		300—500			20	45	49	
		500—800			18	38	44	

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [84]

Температура, °С			Толщина листа, мм
+ 20	—10	—40	
71	24	12	11
57	24	10	20
71	36	15	40
71	29	15	50

Механические свойства при повышенных температурах [84]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Прокат

20	320	490	28	58	83
100	—	—	—	—	93
200	—	—	—	—	97
300	200	—	—	—	97
400	165	470	—	66	69
500	150	330	—	70	47
600	73	155	44	92	79

Образец диаметром 5 мм, длиной 25 мм, прокатанный.

Скорость деформирования 2 мм/мин, скорость деформации 0,001 1/с [81]

900	40	66	62	90	—
1000	37	49	81	90	—
1100	14	23	65	90	—
1200	—	16	59	90	—

При $n = 10^6$ предел выносливости $\sigma_{-1} = 274$ МПа, при $n = 5 \cdot 10^6$ $\sigma_{-1} = 223$ МПа [116].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1260, конца 750. Сечения до 800 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая; способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой. ЭПС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТС без ограничений.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 158 и $\sigma_B = 640$ МПа $K_{отв\ спл} = 1,2$, $K_{изг\ сг} = 1,2$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСт6пс

Заменитель —

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2379—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 380—71. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 535—79.

Назначение — для деталей повышенной прочности: осей, валов, пальцев першней и т. д.

Температура критических точек, °С [84]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
725	790	780	690

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,38—0,49	0,50—0,80	0,05—0,17	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства (ГОСТ 380—71)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0.2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
		МПа		
		не менее		
Сталь горячекатаная	До 20	315	590	15
	Св 20 до 40	305	590	14
	Св 40	295	590	12

При $\sigma_B = 590$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 245$ МПа [162].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С. начала 1250, конца 780. Сечения до 400 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая; способы сварки РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭИС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 158 и $\sigma_B = 640$ МПа $K_{VTB} \text{ спл} = 1,2$, $K_{VB} \text{ сл} = 1,2$

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь ВСт6сп

Заменитель — сталь ВСт5сп.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 535—79, ГОСТ 380—71. Лист толстый ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70, ГОСТ 535—79. Трубы ГОСТ 8734—75.

Назначение — для деталей повышенной прочности: осей, валов, пальцев поршней и других деталей в термообработанном состоянии, а также для стержневой арматуры периодического профиля.

Температура критических точек, °C [84]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁
725	790	780	690

Химический состав, % (ГОСТ 380—71)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,38—0,49	0,50—0,80	0,15—0,35	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
			МПа		
			не менее		
380—71	Сталь горячекатаная	До 20 Св. 20 до 40 Св. 40	315 305 295	590	15 14 12
8731—87	Трубы горячедеформированные термообработанные	—	305	590	14

Механические свойства поковок [84]

Режимы термообработки	Сечение, мм, не более	$\sigma_{0,2}$	σ_B	ϵ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB
		МПа		%			
Отжиг 830—860 °С	400	—	670	19	36	—	—
Изотермический отжиг 830—860 °С, изотермическая выдержка при 630—660 °С	400	—	640	22	42	—	—
Нормализация 840—880 °С, охлаждение на воздухе до 450—500 °С. Высокий отпуск 620—650 °С	300	—	640	23	42	—	197

Режимы термообработки	Сече- ние, мм, не более	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
Закалка 840—860 °С, масло. Отпуск 580— 620 °С	220	390—530	700—850	17—24	46—54	34—54	—
Закалка 840—860 °С, вода. Отпуск 600— 640 °С	220	390—530	670—810	18—23	50—57	39—64	—

Ударная вязкость после прокатки КСУ, Дж/см² [84]

Температура, °С		
+ 20	—30	—60
63	46	12

При $\sigma_B = 590$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 245$ МПа [162].

Механические свойства при повышенных температурах [84]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Прокат

20	325	535	25	52	63
100	305	505	20	53	71
200	305	—	—	39	82
300	200	—	21	51	71
400	180	500	23	64	60
500	150	355	24	70	43
600	81	190	35	83	74

Образец диаметром 10 и длиной 100 мм прокатанный.

Скорость деформирования 120 мм/мин. Скорость деформации 0,02 1/с [81]

700	—	165	33	94	—
800	—	105	62	95	—
900	—	75	50	93	—

Образец диаметром 10 и длиной 50 мм прокатанный.

Скорость деформирования 120 мм/мин. Скорость деформации 0,04 1/с [81]

1000	—	55	92	100	—
1100	—	37	100	100	—
1200	—	27	106	100	—

Технологические свойства

Температураковки, °С: начала 1250, конца 780. Сечения до 400 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая; способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭПС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при $\sigma_B = 640$ МПа и НВ 158 $K_{\text{в тв. спл}} = 1,2$, $K_{\text{в б. ст}} = 1,2$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

СТАЛЬ КОНСТРУКЦИОННАЯ УГЛЕРОДИСТАЯ КАЧЕСТВЕННАЯ

Сталь 05кп

Заменитель —

Вид поставки — калиброванный пруток ГОСТ 7417—75.

Назначение — ответственные детали, изготавливаемые методом холодной штамповки и высадки.

Температура критических точек, °С [89]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
720	880	—	700

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Mn	Si	Cr	S	P	Cu	Ni	As
не более								
0,06	0,40	0,03	0,10	0,040	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства [89, 135]

Состояние поставки	Сечение, мм	σ_B , МПа	δ_5 , %	НВ
Пруток прокатанный, охлажденный на воздухе	25	—	—	111—131
Лист горячекатаный	4	255—370	27—30	—
Лист холоднокатаный	4	255—370	30—34	—

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1280, конца 850.

Свариваемость — без ограничений: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС, АрДС.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 08

Заменитель — сталь 10

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 1050—74, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 10702—78, ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 16523—70. Лента ГОСТ 6009—74, ГОСТ 10234—77. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70, ГОСТ 1577—81. Проволока ГОСТ 5663—79, ГОСТ 10702—78. Трубы ГОСТ 10704—76, ГОСТ 10705—80.

Назначение — детали, к которым предъявляются требования высокой пластичности: шайбы, патрубки, прокладки и другие неотчетливые детали, работающие в интервале температур от —40 до 450 °С.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
735	874	854	680

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Mn	Si	Cr	S	P	Cu	N	As
			не более					
0,05—0,12	0,35—0,65	0,17—0,37	0,10	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	σ_B , МПа	δ_5	ψ	НВ, не более
			%		
		не менее			
1050—74	Сталь горячекатаная кованая, калиброванная и серебрянка 2-й категории после нормализации	325	33	60	—
10702—78	Сталь калиброванная и калиброванная со специальной отделкой после отжига или отпуска	315—410	—	55	131
	Сталь нагартованная калиброванная и калиброванная со специальной отделкой без термообработки	370	8	55	179

Продолжение табл.

ГОСТ	Состояние поставки	σ_B , МПа	δ_5	ψ	НВ, не более
			%		
		не менее			
1577—81	Листы нормализованные и горячекатаные	310	32	—	—
	Полосы нормализованные или горячекатаные	320	33	60	—
10234—77	Лента отожженная плющенная	Не более 450	20	—	—
4041—71 (Образцы поперечные)	Лист термообработанный 1—2-й категории	275—410	32	—	109
16523—70 (Образцы поперечные)	Лист горячекатаный	275—390	24	—	—

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Горячекатаная сталь

20	175	315	20	77	63
200	205	390	16	65	137
300	98	370	24	67	127
400	88	275	31	77	118
500	78	195	33	78	88
650	59	140	41	85	78

При $\sigma_B = 325$ МПа, $\sigma_{0,2} = 195$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 176$ МПа.

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С			Примечание
+ 20	— 20	— 40	
235	91	10	Прутки диаметром 20 мм. Нормализация 950 °С

Технологические свойства [81, 140]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800. Заготовки сечением до 300 мм охлаждаются на воздухе. $\sigma_{1/100\,000}^{400} = 76$ МПа, $\sigma_{1/10\,000}^{400} = 108$ МПа.

Свариваемость — без ограничений, кроме деталей после химико-термической обработки; способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 131 и $\sigma_B = 315\div 410$ МПа $K_{\text{в тв. спл}} = 2,1$, $K_{\text{в б. ст}} = 1,65$.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Сталь 08 (кп, пс)

Заменитель — сталь 08

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 10702—78. Лист тонкий ГОСТ 16523—70, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74, ГОСТ 9045—80. Лента ГОСТ 503—81, ГОСТ 10234—77. Полоса ГОСТ 1577—81, ГОСТ 82—70. Трубы ГОСТ 10705—80, ГОСТ 10704—76. Лист толстый ГОСТ 4041—71, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 1577—81.

Назначение — для прокладок, шайб, вилок, труб, а также деталей, подвергаемых химико-термической обработке — втулок, проушин, тяг.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁
732	874	854	680

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

Сталь	C	Mn	Si	Cr	S	P	Cu	Ni	As
				не более					
08кп	0,05—0,11	0,25—0,50	До 0,03	0,10	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08
08пс	0,05—0,11	0,35—0,65	0,05—0,17						

Механические свойства в зависимости от сечения

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_4)	ψ
			МПа		%	
			не менее			
1577—81	Полосы нормализованные или горячекатаные	6—25	175	295	35	60
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные Листы холодиокатаные	До 2	—	275—390	(24)	—
		2—3,9	—	275—390	(26)	—
		До 2	—	275—390	(25)	—
		2—3,9	—	275—390	(28)	—

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	σ_B , МПа	$\delta_5, (\delta_4),$	ψ	НВ
			%		
			не менее		
4041—71 (Образцы поперечные)	Листы термообработанные: 3-й категории холоднокатаные	Не более 365	36	—	98
9045—80 (Образцы поперечные)		255—365	(28)	—	—
10234—77	Лента отожженная плюще- ная	Не более 450	20	—	—
503—81	Лента холоднокатаная: особомягкая мягкая полунагартованная нагартованная	245—390 315—440 370—510 440—590	(23) (17) (7) (4)	—	—
10702—78	Сталь калиброванная и ка- либрованная со специальной отделкой: после отжига или отпуска после сфероидизирующего отжига нагартованная	310—410 290—390 370	— — 8	60 60 60	131 131 179

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800. Сечения до 300 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — сваривается без ограничений, кроме химико-термически обработанных деталей; способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 131 и $\sigma_B = 315\div410$ МПа, $K_{\sigma \text{ тв. спл}} = 2,1$, $K_{\sigma \text{ б. ст}} = 1,65$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 10

Заменитель — стали: 08, 15, 08кп

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1050—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8239—72. Калиброванный прутки ГОСТ 10702—78, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 10702—78, ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 16523—70. Лента ГОСТ 6009—74, ГОСТ 10234—77. Полоса ГОСТ 1577—81, ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Проволока ГОСТ 17305—71, ГОСТ 5663—79. Трубы ГОСТ 8731—87, ГОСТ 8732—78, ГОСТ 8733—87, ГОСТ 8734—74, ГОСТ 10705—80, ГОСТ 10704—76, ГОСТ 1060—83, ГОСТ 5654—76, ГОСТ 550—75.

Назначение — детали, работающие при температуре от —40 до 450 °С, к которым предъявляются требования высокой пластичности, после химико-термической обработки — детали с высокой поверхностной твердостью при невысокой прочности сердцевины.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar _s (Ar _m)	Ar _i
732	870	854	680

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не более					
0,07—0,14	0,17—0,37	0,35—0,65	0,15	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	$\sigma_{B'}$ МПа	δ_5 , (δ_4)	ψ	НВ, не более
			%		
		не менее			
1050—74	Сталь горячекатаная, кованая калиброванная и серебранка 2-й категории после нормализации	335	31	55	—
10702—78	Сталь калиброванная и калиброванная со специальной отделкой: после отжига или отпуска	335—450	—	55	143
	после сфероидизирующего отжига	315—410	—	55	143
	нагартованная без термообработки	390	8	50	187
1577—81	Полосы нормализованные или горячекатаные	335	31	55	—
16523—70 (Образцы поперечные)	Лист горячекатаный	295—410	(24)	—	—
	Лист холоднокатаный	295—410	(25)	—	—
4041—71 (Образцы поперечные)	Лист термически обработанный 1—2-й категории	295—420	32	—	117

Продолжение табл.

ГОСТ	Состояние поставки	σ_B , МПа	δ_5 , (δ_4)	ψ	НВ, не более
			%		
		не менее			
8731—87	Трубы горячедеформированные термообработанные	355	24	—	137
8733—87	Трубы холодно- и теплодеформированные термообработанные	345	24	—	137
—	Цементация 920—950 °С [81]. Закалка 790—810 °С, вода. Отпуск 180—200 °С, воздух	390	25	55	Сердцевины св. 137 HRC ₃ поверхности 57—63

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0.2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Нормализация 900—920 °С, воздух					
20	260	420	32	69	221
200	220	485	20	55	176
300	175	515	23	55	142
400	170	355	24	70	98
500	160	255	19	63	78

Предел выносливости [104]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n	Термообработка
157—216	51	10 ⁶	Нормализация 900—920 °С

$\sigma_{1/10\,000}^{400} = 108$ МПа, $\sigma_{1/100\,000}^{400} = 78$ МПа, $\sigma_{1/10\,000}^{450} = 69$ МПа, $\sigma_{1/100\,000}^{450} = 44$ МПа [135]

Ударная вязкость КСУ, Дж/см²

Температура, °С				Термообработка (Пруток диаметром 35 мм)
+ 20	− 20 (− 30)	− 40 (− 50)	− 60	
235	196	157	78	Отсутствует Нормализация [81] Отжиг [28]
73—265	(203—216)	(179)	—	
59—245	49—174	45—83	19—42	

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1300, конца 700 Охлаждение на воздухе.
Свариваемость — сваривается без ограничений, кроме деталей после химикотермической обработки. Способы сварки. РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС.

Обработываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 99—107 и $\sigma_B = 450$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 2,1$, $K_{\text{в б ст}} = 1,6$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость, мм

Расстояние от торца, мм				Примечание
1,5	3	4,5	6	
31	29	26	20,5	Твердость для полос прокаливаемости, HRC _с

Сталь 10 (кп, пс)

Заменитель — стали: 08кп, 15кп, 10

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 10702—78, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 19771—74, ГОСТ 19772—74, ГОСТ 8278—83, ГОСТ 8281—80, ГОСТ 8282—83, ГОСТ 8283—77. Калиброванный прутки ГОСТ 10702—78, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8560—78 Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 10702—78, ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 4041—71, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 1577—81. Лист тонкий ГОСТ 16523—70, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Лента ГОСТ 503—81, ГОСТ 10234—77. Полоса ГОСТ 1577—81, ГОСТ 82—70. Проволока ГОСТ 5663—79, ГОСТ 2771—81, ГОСТ 17305—71. Трубы ГОСТ 10705—80, ГОСТ 10704—76.

Назначение — детали, работающие при температуре до 450 °С, к которым предъявляются требования высокой пластичности, а также втулки, ушки, шайбы, винты и другие детали после ХТО, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевинны.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
732	870	854	680

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

Сталь	C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
				не более					
10кп	0,07—0,14	0,07	0,25—0,50	0,15	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08
10пс	0,07—0,14	0,05—0,17	0,35—0,65	0,15	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	σ_B МПа	δ_5 , (δ_4)	Ψ	НВ, не более
			%		
		не менее			
10702—78	Сталь калиброванная и калиброванная со специальной отделкой после отжига или отпуска после сфероидизирующего отжига нагартованная без термообработки	315—410	—	50	143
		295—390	—	50	143
		370	8	55	179
4041—71 (Образцы поперечные)	Листы термообработанные 1—2-й категории	275—410	32	—	114
10234—77	Лента плющенная: нагартозанная отожженная	500—800	—	—	—
		До 450	20	—	—
503—81	Лента холоднокатаная: мягкая полунагартованная нагартованная	315—440	(17)	—	—
		375—510	(7)	—	—
		440—590	(4)	—	—

Твердость стали после термообработки [82]

Режим термообработки	НВ сердцевины	HRC ₉ поверхности
Цементация 920—950 °С, закалка 790—810 °С, вода, отпуск 180—200 °С, воздух	До 137	57—63

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С начала 1300, конца 700. Охлаждение на воздухе.
 Свариваемость — сваривается без ограничений, кроме ХТО деталей.
 Способы сварки РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС.
 Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 99—107 и $\sigma_B = 450$ МПа, $K_{\text{в тв сил}} = 2,1$, $K_{\text{в б ст}} = 1,6$.
 Флокочувствительность — не чувствительна.
 Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 15

Заменитель — стали: 10, 20

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1050—74, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 2590—71. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 10702—78. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 16523—70. Лента ГОСТ 6009—74, ГОСТ 2284—79, ГОСТ 10234—77. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Проволока ГОСТ 5663—79, ГОСТ 17305—71. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70. Трубы ГОСТ 10705—80, ГОСТ 10704—76.

Назначение — болты, винты, крюки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой пластичности и работающие при температуре от —40 до 450 °С, после ХТО — рычаги, кулачки, гайки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и невысокой прочности сердцевины.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag _s (Arc _m)	Ag ₁
735	860	840	685

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не более					
0,12—0,19	0,17—0,37	0,35—0,65	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поставки	σ_B , МПа	δ_5 , (δ_4)	ψ	НВ, не более
			%		
		не менее			
1050—74	Сталь горячекатаная, кованая, калибровая и серебрянка 2-й категории после нормализации	375	27	55	—
	Сталь калиброванная 5-й категории после отжига или высокого отпуска	345	23	55	—
10702—78	Сталь калиброванная и калибровая со специальной отделкой: после отжига или отпуска после сфероидизирующего отжига нагартованная без термообработки	365—470	—	55	149
		325—420	—	55	149
		440	8	45	197
1577—81	Полосы нормализованные или горячекатаные	370	27	55	—
16523—70 (Образцы поперечные)	Лист горячекатаный Лист холоднокатаный	330—460	(23)	—	—
		330—460	(24)	—	—

Механические свойства поковок

ГОСТ	Режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
8479—70	Нормализация	До 100	175	175	355	28	55	64	101—143
		100—300	175	175	355	24	50	59	101—143
		До 100	195	195	390	26	55	59	111—156

Твердость стали после термообработки [81]		Предел выносливости		
Цементация 900—920 °С, воздух; закалка 760—780 °С, вода; отпуск 160—200 °С, воздух	HRC ₃ поверхности 57—63	σ_{-1} , МПа	n	Состояние стали
		176	10 ⁷	$\sigma_{0,2} = 220$ МПа, $\sigma_B = 395$ МПа [37]
		213	—	$\sigma_{0,2} = 310$ МПа, $\sigma_B = 470$ МПа [24]
		293	—	$\sigma_{0,2} = 370$ МПа, $\sigma_B = 410$ МПа [24]

Механические свойства при повышенных температурах [135]

Температура испытания, °С	Состояние стали	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
		МПа		%		
20	Пруток диаметром 45 мм	215	420	33	70	211
200	Нормализация 900—920 °С	205	400	24	68	216
300	Отпуск 650—660 °С	170	420	24	63	235
400		150	380	33	71	157
500		150	235	36	75	123

$\sigma_{1/10\,000}^{400} = 116$ МПа, $\sigma_{1/100\,000}^{100} = 93$ МПа, $\sigma_{1/10\,000}^{450} = 78$ МПа, $\sigma_{1/100\,000}^{450} = 47$ МПа [135].

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С				Состояние поставки
+ 20	— 20	— 40	— 60	
73—113	75—86	14—26	16	Горячекатаное
82—84	49—57	14—35	8	Отожженное
120	53—80	66	48—65	Нормализованное

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С начала 1300, конца 700. Охлаждение на воздухе. Свариваемость — сваривается без ограничений, кроме деталей после химико термической обработки. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС.

Обработка резанием — в горячекатаном состоянии при HB 143 $K_{\text{в тв спл}} = 1,8$ [52]

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	21	24	
102 108	94— 99	90— 96	88— 94	85— 91,5	82,5— 99	79,5— 87	78— 84	75,5— 81,5	74— 80	Твердость для полос прокаливаемости, HRC

Сталь 15 (кп, пс)

Заменитель — стали: 10кп, 20кп.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 19771—74, ГОСТ 8278—83, ГОСТ 10772—74, ГОСТ 8281—80, ГОСТ 8282—83, ГОСТ 8283—77, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 19903—74, ГОСТ 4041—71, ГОСТ 1577—81. Лист тонкий ГОСТ 19903—74, ГОСТ 16523—70, ГОСТ 19904—74. Лента ГОСТ 10234—77, ГОСТ 1530—78. Полоса ГОСТ 82—70, ГОСТ 103—76, ГОСТ 1577—81. Проволока ГОСТ 17305—71, ГОСТ 2771—81, ГОСТ 5663—79. Трубы ГОСТ 10704—76, ГОСТ 10705—80.

Назначение — элементы трубных соединений, штуцера, вилки и другие детали котлотурбостроения, работающие при температурах от —40 до 425 °С; после цементации и цианирования — детали, от которых требуется высокая твердость поверхности и невысокая прочность сердцевины (крепежные детали, оси, рычаги и др. детали).

Температура критических точек, °С [82]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Arc _m)	Ag ₁
735	863	840	685

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

Сталь	C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
				не более					
15кп	0,12—0,19	0,07	0,25—0,50	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08
15пс	0,12—0,19	0,05—0,17	0,35—0,65	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поставки	σ_B , МПа	δ_5 , (δ_s)	ψ	НВ, не более
			%		
		не менее			
10702—78	Сталь калиброванная и калиброванная со специальной отделкой: после отжига или отпуска нагартованная без термообработки	365—470 390	— 8	55 50	149 187
1577—81	Листы нормализованные и горячекатаные	345	30	—	—
	Полосы нормализованные или горячекатаные	355	29	55	—
16523—70 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные	315—440	(23)	—	—
	Листы холоднокатаные	315—440	—	—	—
4041—71 (Образцы поперечные)	Листы термообработанные 1—2-й категории	325—440	30	—	121

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [104]

Температура, °С					Состояние поставки
+ 20	— 20	— 30	— 40	— 50	
274	108	59	34	20	После нормализации

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С начала 1300, конца 700. Охлаждение на воздухе.

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС.

Обработываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 143 и $\sigma_B = 450$ МПа, $K_{с\text{тв}} \text{ спл} = 1,8$ [52].

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 18кп

Заменитель —

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 23570—79, ГОСТ 8509—72, ГОСТ 8510—72, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72. Лист толстый ГОСТ 19903—74. Лента ГОСТ 1530—78, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 82—70.

Назначение — для сварных строительных конструкций в виде листов различной толщины и фасонных профилей.

Химический состав, %

C	Mn	Si	Cr	S	P	Cu	Ni	As	N
		не более							

По ГОСТ 1050—74

0,12—0,20 | 0,3—0,5 | 0,06 | 0,15 | 0,035 | 0,03 | 0,2 | 0,25 | 0,08 | —

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \delta_{10},$ %
			МПа		
			не менее		
—	Листы и полосы горячекатаные Прокат фасонный горячекатаный	4—20	225	365—490	26
		21—40	215	365—490	25
		4—20	235	365—490	26
1530—78	Лента горячекатаная	2—8	—	340—450	(27)

Сталь 20 (20А)

Заменитель — стали: 15, 25.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1050—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8239—72 Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 10702—78. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 16523—70. Лента ГОСТ 6009—74, ГОСТ 10234—77. Полоса ГОСТ 1577—81, ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70 Проволока ГОСТ 5663—79, ГОСТ 17305—71 Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70. Трубы ГОСТ 10704—76, ГОСТ 10705—80, ГОСТ 8731—87, ГОСТ 8732—78, ГОСТ 8733—87, ГОСТ 5654—76, ГОСТ 550—75

Назначение — после нормализации или без термообработки крюки кранов, муфты, вкладыши подшипников и другие детали, работающие при температуре от —40 до 450 °С под давлением, после ХТО — шестерни, червяки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
735	850	835	680

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не более					
0,17—0,24	0,17—0,37	0,35—0,65	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поставки	σ_B , МПа	δ_5	ψ	НВ, не более
			%		
		не менее			
1050—74	Сталь калиброванная* горячекатаная, кованая и сере- брянка 2-й категории после нор- мализации 5-й категории после нагартовки 5-й категории после отжига или высокого отпуска	410	25	55	—
		490	7	40	—
		390	21	50	—
10702—78	Сталь калиброванная и калиброван- ная со специальной отделкой. после отпуска или отжига после сфероидизирующего отжига нагартованная без термообработки	390—490	—	50	163
		340—440	—	50	163
		490	7	40	207
1577—81	Полосы нормализованные или горя- чекатаные	410	25	55	—
4041—71 (Образцы поперечные)	Лист термообработанный 1—2-й ка- тегории	340—490	28	—	127

Механические свойства поковок (ГОСТ 8479—70)

Термообработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
Нормализация	До 100	175	175	350	28	55	64	101—143
	100—300			350	24	50	59	101—143
	300—500			350	22	45	54	101—143
	500—800	195	195	350	20	40	49	101—143
	До 100			390	26	55	59	111—156
	100—300			390	23	50	54	111—156
	До 100	215	215	430	24	53	54	123—167
100—300	430			20	48	49	123—167	
100—300	245			245	470	19	42	39
Закалка. Отпуск								

Механические свойства стали после ХТО [81]

Режим ХТО	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
		МПа		%			
		не менее					
Цементация 920—950 °С, воздух. За- калка 800—820 °С, во- да Отпуск 180— 200 °С, воздух	50	290—340	490—590	18	45	54	Сердцевины 156 НРС, поверхности 55—63

Предел выносливости

σ_{-1}	τ_{-1}	Состояние стали, термообработка
МПа		
206	—	$n = 10^7$, $\sigma_B = 320$ МПа, $\sigma_B = 500$ МПа [77] $\sigma_{0,2} = 310$ МПа, $\sigma_B = 520$ МПа, НВ 149 [161] $\sigma_{0,2} = 280$ МПа, $\sigma_B = 490$ МПа, НВ 139 [161] Нормализация 910 °С, отпуск 620 °С $\sigma_{0,2} = 280$ МПа, $\sigma_B = 420$ МПа [140] Цементация 930 °С, закалка 810 °С, отпуск 190 °С
245	—	
225	—	
205	127	
193	—	
255	451	

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ Дж/см²
	МПа		%		
20	280	430	34	67	218
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	—

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С				Термообработка
+ 20	— 20	— 40	— 60	
110	68	47	10	Отжиг Нормализация
157	109	86	15—38	

$\sigma_{1/100\,000}^{400} = 98$ МПа, $\sigma_{1/100\,000}^{450} = 49$ МПа, $\sigma_{1/100\,000}^{475} = 35$ МПа, $\sigma_{10\,000}^{450} = 120$ МПа, $\sigma_{100\,000}^{450} = 78$ МПа, $\sigma_{100\,000}^{475} = 59$ МПа [77].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1280, конца 750 Охлаждение на воздухе.
Свариваемость — сваривается без ограничений, кроме деталей после химико-термической обработки.

Способы сварки. РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 126—131 и $\sigma_B = 450\text{—}490$ МПа $K_{\text{св}}$ $K_{\text{св}} = 1,7$ и $K_{\text{св.ст}} = 1,6$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 20 (кп, пс)

Заменитель — сталь 15кп.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 19772—74, ГОСТ 19771—74, ГОСТ 8278—75, ГОСТ 8281—80, ГОСТ 8282—83, ГОСТ 8283—77, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 10702—78. Лист толстый ГОСТ 19903—74, ГОСТ 4041—71, ГОСТ 1577—81. Лист тонкий ГОСТ 19903—74, ГОСТ 16523—70, ГОСТ 19904—74. Лента ГОСТ 10234—77. Полоса ГОСТ 82—70, ГОСТ 103—76, ГОСТ 1577—81. Проволока ГОСТ 17305—71, ГОСТ 2771—81, ГОСТ 3282—74, ГОСТ 5663—79. Трубы ГОСТ 10705—80, ГОСТ 10704—76.

Назначение — без термообработки или после нормализации — патрубки, штуцера, вилки, болты, фланцы, корпуса аппаратов и другие детали из кипящей стали, работающие от —20 до 425 °С; после цементации и цианирования — детали, от которых требуется высокая твердость поверхности и невысокая прочность сердцевины (оси, крепежные детали, пальцы, звездочки и другие).

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
735	850	835	680

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

Сталь	C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
				не более					
20кп	0,17—0,24	0,07	0,25—0,50	0,25	0,040	0,035	0,25	0,25	0,08
20пс	0,17—0,24	0,05—0,17	0,35—0,65	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	σ_B , МПа	δ_5	ψ	НВ, не более
			%		
		не менее			
10702—78	Сталь калиброванная и калиброванная со специальной отделкой: после отжига или отпуска после сфероидизирующего отжига нагартованная без термообработки	390—490	—	50	163
		345—440	—	50	163
		490	7	45	197

ГОСТ	Состояние поставки	σ_B , МПа	δ_5	ψ	НВ. не более
		%			
		не менее			
1577—81	Полосы нормализованные или горячекатаные	380	27	55	—
4041—71 (Образцы поперечные)	Листы термообработанные 1—2-й категории	345—490	28	—	127

Механические свойства стали после ХТО [81]

Режим ХТО	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
		МПа		%			
		не менее					
Цементация 920—950 °С, за- калка 800—820 °С, вода, от- пуск 180—200 °С, воздух	50	295	490	16	40	49	Сердцевина 156, HRC _a поверхности 55—63

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С				Состояние поставки — полоса толщиной 12 мм
+20	—20	—40	—60	
257 225—230 132—143	200—223 131—180 41	170—304 127—147 15	174 9—80 15	Закалка, отпуск Нормализация, отпуск Отжиг

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1280, конца 750. Охлаждение на воздухе.

Свариваемость — сваривается без ограничений (кроме ХТО деталей).

Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 130

$K_{0,2\text{в. сил}} = 1,7$, $K_{0,2\text{в. ст}} = 1,6$.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Сталь 25

Заменитель — стали: 20, 30.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1050—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8239—72. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 10702—78. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 16523—70. Лента ГОСТ 6009—74, ГОСТ 2284—79. Полоса ГОСТ 1577—81, ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Проволока ГОСТ 5663—79, ГОСТ 17305—71. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70, ГОСТ 1133—71.

Назначение — оси, валы, соединительные муфты, собачки, рычаги, вилки, шайбы, валики, болты, фланцы, тройники, крепежные детали и другие неотвественные детали; после ХТО — винты, втулки, собачки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевины.

Температура критических точек, °C [81]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
735	835	825	680

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не более					
0,22—0,30	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поставки	σ_B , МПа	δ_5 , (δ_4)	ψ	НВ, не более
			%		
		не менее			
1050—74	Сталь горячекатаная, кованая, калиброванная и серебрянка 2-й категории после нормализации Сталь калиброванная 5-й категории после отжига или высокого отпуска	450	23	50	—
		410	19	50	—
10702—78	Сталь нагартованная калиброванная и калиброванная со специальной отделкой без термообработки	540	7	40	217
1577—81	Полосы нормализованные или горячекатаные	450	23	50	—
4041—71 (Образцы поперечные)	Лист термообработанный 1—2-й категории	390—540	26	—	138
16523—70 (Образцы поперечные)	Лист горячекатаный Лист холоднокатаный	390—540	(21)	—	—
		390—540	(22)	—	—

Механические свойства поковок (ГОСТ 8479—70)

Термообработка	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
		МПа		%			
		не менее					
Закалка. Отпуск Нормализация	До 100	175	350	28	55	64	101—143
	100—300	175	350	24	50	59	101—143
	300—500	175	350	22	45	59	101—143
	До 100	195	390	26	55	59	111—156
	100—300	195	390	23	50	54	111—156
	300—500	195	390	20	45	49	111—156
	До 100	215	430	24	53	54	123—167
	100—300	215	430	20	48	49	123—167
	До 100	245	470	22	48	49	143—179
Закалка Отпуск	100—300	275	530	17	38	34	156—197

Механические свойства стали после ХТО [81]

Режим ХТО	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ не более
		МПа		%		
		не менее				
Цементация 920—950 °С, закалка 820—840 °С, вода, отпуск 180—200 °С, воздух	50	345	550	25	45	Сердцевины 170 ННС ₃ поверхно- сти 55—63

Предел выносливости [140]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали. Термообработка
203	Закалка 870 °С, масло. Отпуск 480 °С $\sigma_{0,2} = 330$ МПа, $\sigma_B = 460$ МПа Отжиг. $\sigma_B = 410$ МПа При $n = 10^7$. Нормализация После прокатки. $\sigma_B = 400$ МПа
186	
245	
225	

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С				Термообработка
+ 20	— 20	— 40	— 60	
136—145 196	28—68 97—149	25—44 43—115	7,8 37—49	Отжиг Нормализация

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	Состояние стали, условия испытания	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_{10}, (\delta_5)$	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
20	После прокатки. Скорость деформирования 0,8 мм/мин	310	490	28	58	78
200		320	560	13	44	97
300		200	540	22	57	88
400		165	465	25	66	69
500		150	330	28	70	49
700	Образец диаметром 6 мм и длиной 30 мм, прокатан- ный. Скорость деформиро- вания 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с	130	145	(42)	77	—
800		69	96	(57)	78	—
900		47	79	(53)	95	—
1000		40	54	(60)	100	—
1100		24	38	(66)	100	—
1200		14	23	(101)	100	—
1300		20	25	(67)	100	—

$\sigma_{1/10\ 000}^{400} = 137$ МПа, $\sigma_{1/100\ 000}^{400} = 103$ МПа, $\sigma_{1/10\ 000}^{450} = 81$ МПа, $\sigma_{1/100\ 000}^{450} = 52$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1280, конца 700. Охлаждение на воздухе.
Свариваемость — сваривается без ограничений, кроме деталей после ХТО.
Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС.
Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при $\sigma_B = 450$ —
490 МПа $K_{2\text{ тв спл}} = 1,7$, $K_{2\text{ б ст}} = 1,6$.
Флокеночувствительность — не чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 30

Заменитель — стали: 25, 35.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1050—74,
ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86,
ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8239—72. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75,
ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный пруток и
серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 10702—78. Лист толстый ГОСТ 1577—81,
ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 16523—70. Лента ГОСТ 6009—74,
ГОСТ 2284—79, ГОСТ 10234—77. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70,
ГОСТ 1577—81. Проволока ГОСТ 5663—79, ГОСТ 17305—71. Поковки и кова-
ные заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — тяги, серьги, траверсы, рычаги, валы, звездочки, шпиндели,
цилиндры прессов, соединительные муфты и другие детали невысокой прочности.

Температура критических точек, °C [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	Mn [2]
730	820	796	680	380

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не более					
0,27—0,35	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поковки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_4)	ψ	НВ, не бо- лее
			МПа		%		
			не менее				
1050—74	Сталь горячекатаная, ковчаная, калиброванная и серебрянка 2-й категории после нормализации	25	290	490	21	50	—
	Сталь калиброванная 5-й категории:	—	—	560	7	35	—
	после нагартовки после отжига или вы- сокого отпуска	—	—	440	17	45	—
10702—78	Сталь калиброванная и калиброванная со специальной отделкой:	—	—	До 570	—	45	179
	после отжига или от- пуска	—	—	До 520	—	45	179
	после сфероидизиру- ющего отжига нагартованная без термообработки	—	—	560	7	40	229
1577—81	Листы отожженные или высокоотпущенные	80	—	430	24	—	—
1577—81	Полосы нормализован- ные или горячекатаные	6—25	290	490	21	50	—
16523—70 (Образцы поперечные)	Лист горячекатаный	До 2	—	440—590	(19)	—	—
		2—3,9	—	440—590	(20)	—	—
	Лист холоднокатаный	До 2	—	440—590	(20)	—	—
		2—3,9	—	440—590	(21)	—	—
4041—71 (Образцы поперечные)	Лист термообработанный 1—2-й категории	4—14	—	430—590	24	—	149

ГОСТ	Состояние поставки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_4)	Ψ	НВ, не бо- лее
			МПа		%		
			не менее				
2284—79	Лента холоднокатаная: отожженная нагартованная класс прочности Н1	0,1—4	—	400—650	(16)	—	—
		0,1—4	—	650—850	—	—	—
10234—77	Лента отожженная плю- щенная	0,1—4	—	До 600	15	—	—

Механические свойства поковок после нормализации ГОСТ 8479—70

Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см²	НВ, не более
		МПа		%			
		не менее					
300—500 500—800	175	175	350	22 20	45 40	54 49	101—143
100—300 300—500 500—800	195	195	390	23 20 18	50 45 38	54 49 44	111—156
100—300 300—500 500—800	215	215	430	20 18 16	48 40 35	49 44 39	123—167
До 100 100—300 300—500	245	245	470	22 19 17	48 42 35	49 39 34	143—179

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [50]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Прокат. Закалка 860 °С, вода. Образцы диаметром 60 мм

400	420—490	560—680	16—24	53—64	90—190	153—189
500	390—440	540—630	18—27	61—68	120—210	150—175
600	350—390	490—570	21—28	66—72	150—230	138—158

Предел выносливости [81]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
255	Закалка 830 °С в масло. Отпуск 640 °С. $\sigma_B = 530$ МПа
206	Нормализация 875 °С, воздух, $\sigma_B = 495$ МПа

$\sigma_{1/100\,000}^{400} = 108$ МПа, $\sigma_{1/100\,000}^{425} = 81$ МПа, $\sigma_{1/100\,000}^{450} = 54$ МПа, $\sigma_{1/100\,000}^{500} = 22$ МПа.

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	Состояние стали, условия испытания	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
20	Состояние поставки	320	530	25	52	62
300		205	580	21	51	70
500		145	350	24	70	43
600		78	195	35	83	74
800	Образец диаметром 5 мм, длиной 25 мм, деформированный. Скорость деформирования 10 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с	—	98	49	98	—
900		—	77	53	100	—
1000		—	48	56	100	—
1100		—	30	58	100	—
1200		—	21	64	100	—

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С			Состояние поставки и термообработка
+ 20	— 40	— 60	
72	45	42	Заготовки диаметром 60 мм. Закалка 860 °С в воду. Отпуск 400 °С

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1280, конца 750. Заготовки сечением до 800 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭПС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТС без ограничений.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 143 и $\sigma_B = 460$ МПа K_v б. ст = 1,7.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость, мм [50, 84]

Расстояние от торца, мм					Примечание
1,5	3	4,5	6	7,5	
45,5	42,5	35	24	20,5	Закалка 900° С Твердость для полос прокаливаемости HRC ₃

Термообработка	Количество мартенсита, %	Критический диаметр, мм	
		в воде	в масле
Закалка	50	18	9

Сталь 35

Заменитель — стали: 30, 40, 35Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный ГОСТ 1050—74, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 10702—78 Калиброванный пруткок ГОСТ 10702—78, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78 Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 10702—78, ГОСТ 14955—77 Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 4041—71, Лист тонкий ГОСТ 16523—70. Лента ГОСТ 2284—79 Полоса ГОСТ 1577—81, ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Проволока ГОСТ 5663—79, ГОСТ 17305—71 Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Трубы ГОСТ 8734—75, ГОСТ 8731—87, ГОСТ 8732—78, ГОСТ 8733—87.

Назначение — детали невысокой прочности, испытывающие небольшие напряжения: оси, цилиндры, коленчатые валы, шатуны, шпиндели, звездочки, тяги, ободы, траверсы, валы, бандажи, диски и другие детали.

Температура критических точек, °C [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _m)	Ar ₁	Mn [105]
730	810	796	680	360

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не более					
0,32—0,40	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поставки	Сече- ние, мм	σ_B , МПа	δ_5 , (δ_4)	ψ	НВ, не более
				%		
			не менее			
1050—74	Сталь горячекатаная, ко- ваная, калиброванная и серебрянка 2-й категории после нормализации Сталь калиброванная 5-й категории после нагартовки после отжига или высо- кого отпуска	25 — —	530 590 470	20 6 15	45 35 45	— — —

ГОСТ	Состояние поставки	Сече- ние, мм	σ_B , МПа	δ_b , (δ_4)	ψ	НВ, не более
				%		
				не менее		
10702—78	Сталь калиброванная и ка- либрованная со специа- льной отделкой: после сфероидизирующе- го отжига нагартованная без тер- мообработки	—	До 540	—	45	187
		—	590	5	40	207
1577—81	Листы отожженные или высокоотпущенные Полосы нормализованные или горячекатаные	80	480	22	—	—
		6—25	530	20	45	—
16523—70 (Образцы поперечные)	Лист горячекатаный Лист холоднокатаный	До 2	490—640	(17)	—	—
		2—3,9	490—640	(19)	—	—
4041—71 (Образцы поперечные)	Лист термообработанный 1—2-й категории	4—14	480—630	22	—	163
2284—79	Лента холоднокатаная отожженная нагартованная класс прочности Н2	0,1—4	400—650	(16)	—	—
		0,1—4	800—950	—	—	—
8731—87, 8733—87	Трубы горяче-, холодно- и теплодеформированные, термообработанные	—	510	17	—	187

Механические свойства поковок (ГОСТ 8479—70)

Термообработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_b	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
Нормализация	300—500	195	195	390	20	45	49	111—156
	500—800							
	100—300	215	215	430	20	48	49	123—167
	300—500							
500—800								

Термообработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
			МПа		%			
			не менее					
Нормализация	До 100	245	245	470	22	48	49	143—179
	100—300				19	42	39	
	300—500				17	35	34	
Закалка. Отпуск	До 100	275	275	530	20	40	44	156—197
	100—300				17	38	34	
	До 100	315	315	570	17	38	39	167—207

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [81]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			

Заготовка диаметром 60 мм, закалка 850 °С в воду

200	600	760	13	60	29	226
300	560	735	14	63	29	212
400	520	690	15	64	98	200
500	470	660	17	67	137	189
600	410	620	18	71	176	175
700	340	580	19	73	186	162

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	Состояние стали, условия испытания	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
		МПа		%		
200	Горячекатаное состояние	300	580	9	39	78
300		205	580	21	52	69
400		185	500	23	64	59
500		145	350	24	70	39
600		78	195	35	83	69
700	Образец диаметром 6 мм, дли- ной 30 мм прокатанный. Ско- рость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформа- ции 0,009 1/с	100	150	34	75	—
800		69	110	56	100	—
900		55	74	54	100	—
1000		30	51	69	100	—
1100		21	39	74	100	—
1200		15	27	85	100	—
1300		18	23	58	100	—

Предел выносливости [84]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние стали и термообработка
265 245 402	— 147 —	Нормализация 850 °С, $\sigma_B = 570$ МПа Нормализация 850—890 °С. Отпуск 650—680 °С Закалка 850 °С. Отпуск 650 °С, $\sigma_B = 710$ МПа

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С					Термообработка
+20	—20	—30	—50	—60	
63	47	45	14	12	Нормализация

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1280, конца 750. Заготовки сечением до 800 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭПС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТС без ограничений.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 144—156 и $\sigma_B = 510$ МПа $K_{об.ст} = 1,3$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 40

Заменитель — стали: 35, 45, 40Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1050—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 10702—78. Калиброванный пруткок ГОСТ 10702—78, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 10702—78, ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 4041—71. Лист тонкий ГОСТ 16523—70. Лента ГОСТ 10234—77, ГОСТ 2284—79, ГОСТ 1530—78. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70, ГОСТ 1577—81. Проволока 17305—71, ГОСТ 5663—79. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70, ГОСТ 1133—71.

Назначение — после улучшения — коленчатые валы, шатуны, зубчатые венцы, маховики, зубчатые колеса, болты, оси и другие детали; после поверхностного упрочнения с нагревом ТВЧ — детали средних размеров, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и повышенной износостойкости при малой деформации (длинные валы, ходовые валики, зубчатые колеса).

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	M_n [105]
730	790	780	690	340

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не более					
0,37—0,45	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	σ_b	δ_5 , (δ_4)	ψ	КСЦ, Дж/см²	НВ, не более
			МПа	%			
			не менее				
1050—74	Сталь горячекатаная, кованая калиброванная и серебрянка 2-й категории после нормализации	25	570	19	45	59	—
	Сталь калиброванная 5-й категории	Образцы Образцы	610	6	35	—	—
	после нагартовки после отжига или высокого отпуска		510	14	40	—	—
10702—78	Сталь калиброванная и калиброванная со специальной отделкой после отпуска и отжига	—	До 590	—	40	—	197
4041—71 (Образцы поперечные)	Листы термообработанные 1—2-й категории	4—14	510—650	21	—	—	167
1577—81	Листы нормализованные и горячекатаные	80	560	20	—	—	—
	Листы отожженные или высокоотпущенные	80	520	21	—	—	—
	Полосы нормализованные или горячекатаные	6—25	570	19	45	—	—
16523—70 (образцы поперечные)	Лист горячекатаный	До 2	510—660	(16)	—	—	—
		2—3,9		(17)	—	—	—
	Лист холоднокатаный	До 2	510—660	(17)	—	—	—
		2—3,9		(18)	—	—	—
2284—79	Лента холоднокатаная отожженная	0,1—4	450—700	(14)	—	—	—
	нагартованная класс прочности Н2	0,1—4	850—1050	—	—	—	—
10234—77	Лента отожженная плющенная	0,1—4	До 700	10	—	—	—

Механические свойства поковок (ГОСТ 8479—70)

Термообработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
Нормализация	300—500	215	215	430	18	40	44	123—167
	500—800				16	35	39	
	100—300 300—500	245	245	470	19 17	42 35	39 34	143—179
Закалка. Отпуск	До 100 100—300	275	275	530	20 17	40 38	44 34	156—197
	300—500 500—800	275	275	530	15 13	32 30	29 29	156—197
	100—300 До 100	315 345	315 345	570 590	14 18	35 45	34 59	167—207 174—217

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Закалка 850 °C, масло						
200	750	930	7	45	29	267
300	710	860	8	51	69	247
400	640	790	10	57	88	225
500	550	730	12	62	127	208
600	450	660	16	66	167	188
700	380	620	17	71	206	170

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
Образец диаметром 6 мм и длиной 30 мм, прокатанный. Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с				
700	99	140	48	85
800	70	110	53	97
900	54	71	55	100
1000	28	58	69	100
1100	24	37	60	100
1200	16	26	87	100
1300	12	18	56	100

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С			Термообработка
+20	—40	—80	
78	55	51	Закалка 850 °С, вода. Отпуск 400 °С

Предел выносливости [140]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали и термообработка
231 393 230	Отжиг 850 °С, $\sigma_{0,2} = 275$ МПа, $\sigma_B = 520$ МПа Закалка 845 °С, вода. Отпуск 550 °С, $\sigma_{0,2} = 600$ МПа, $\sigma_B = 710$ МПа, НВ 209 Закалка 845 °С, масло. Отпуск 430 °С, $\sigma_{0,2} = 415$ МПа, $\sigma_B = 630$ МПа

$\sigma_{1/100000}^{400} = 100$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{450} = 50$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{500} = 30$ МПа, $\sigma_{100000}^{400} = 260$ МПа, $\sigma_{100000}^{500} = 70$ МПа, $\sigma_{100000}^{400} = 190$ МПа, $\sigma_{100000}^{500} = 44$ МПа.

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800. Охлаждение заготовок сечением до 400 мм на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТС без ограничений.

Обработываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 170 и $\sigma_B = 520$ МПа $K_{г\text{ тв.спл}} = 1,2$, $K_{г\text{ б.ст}} = 1,05$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость, мм (ГОСТ 1050—74) [51]

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	3	4,5	6	7,5	9	12	16,5	19,5	30	Закалка
50,5— 58	45,5— 57	39,5— 52	26— 37,5	24— 34	22— 32	(94)— 29	(91)— 27	(88)— 26	(84)— 23	
Количество мартенсита, %				Критический диаметр, мм						
				в воде				в масле		
50				15—25				8—15		
90				10—15				5—9,5		

Сталь 45

Заменитель — стали: 40X, 50, 50Г2.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1050—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 1050—74, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 10702—78. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 16523—70. Лента ГОСТ 2284—79. Полоса ГОСТ 1577—81, ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Проволока ГОСТ 17305—71, ГОСТ 5663—79. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70, ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 8732—78, ГОСТ 8733—87, ГОСТ 8734—75, ГОСТ 8731—87, ГОСТ 21729—78.

Назначение — вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандаж, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность.

Температура критических точек, °C [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _{c_m})	Ar ₁	Mn [105]
730	755	690	780	350

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не более					
0,42—0,50	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	σ _B	δ ₅ , (δ _k)	ψ
			МПа	%	
			не менее		
1050—74	Сталь горячекатаная, кованая, калиброванная и серебрянка 2-й категории после нормализации	25	600	16	40
	Сталь калиброванная 5-й категории после нагартовки	Образцы	640	6	30
10702—78	Сталь калиброванная и калиброванная со специальной отделкой после отпуска или отжига	—	До 590	—	40
1577—81	Листы нормализованные и горячекатаные	80	590	18	—
	Полосы нормализованные или горячекатаные	6—25	600	16	40
16523—70 (Образцы) поперечные)	Лист горячекатаный	До 2	550—690	(14)	—
		2—3,9		(15)	—
	Лист холоднокатаный	До 2	550—690	(15)	—
		2—3,9		(16)	—

Механические свойства поковок (ГОСТ 8479—70)

Термообработка	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
		МПа		%			
		не менее					
Нормализация	100—300	245	470	19	42	39	143—179
	300—500			17	35	34	
	500—800			15	30	34	
Закалка. Отпуск	До 100	275	530	20	40	44	156—197
	100—300			17	38	34	
	300—500			15	32	29	
Нормализация Закалка. Отпуск	До 100	315	570	17	38	39	167—207
	100—300			14	35	34	
	300—500			12	30	29	
	До 100	345	590	18	45	59	174—217
	100—300	345	590	17	40	54	174—217
	До 100	395	620	17	45	59	187—229

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [140]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
Закалка 850 °С, вода. Образцы диаметром 15 мм						
450	830	980	10	40	59	—
500	730	830	12	45	78	—
550	640	780	16	50	98	—
600	590	730	25	55	118	—
Закалка 840 °С, вода. Диаметр заготовки 60 мм						
400	520—590	730—840	12—14	46—50	50—70	202—234
500	470—520	680—770	14—16	52—58	60—90	185—210
600	410—440	610—680	18—20	61—64	90—120	168—190

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Нормализация					
200	340	690	10	36	64
300	255	710	22	44	66
400	225	560	21	65	55
500	175	370	23	67	39
600	78	215	33	90	59

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Образец диаметром 6 мм и длиной 30 мм, кованный и нормализованный.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с

700	140	170	43	96	—
800	64	110	58	98	—
900	54	76	62	100	—
1000	34	50	72	100	—
1100	22	34	81	100	—
1200	15	27	90	100	—

Механические свойства в зависимости от сечения [1]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 850 °С, отпуск 550 °С Образцы вырезались из центра заготовок

15	640	780	16	50	98
30	540	730	15	45	78
75	440	690	14	40	59
100	440	690	13	40	49

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние стали
245	157	$\sigma_{0,2} = 310$ МПа, $\sigma_B = 590$ МПа [1]
421	—	$\sigma_{0,2} = 680$ МПа, $\sigma_B = 880$ МПа [84]
231	—	$\sigma_{0,2} = 270$ МПа, $\sigma_B = 520$ МПа [84]
331	—	$\sigma_{0,2} = 480$ МПа, $\sigma_B = 660$ МПа [84]

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С				Состояние поставки
+20	-20	-40	-60	

Прутки диаметром 25 мм

14—15	10—14	5—14	3—8	Горячекатаное состояние
42—47	27—34	27—31	13	Отжиг
49—52	37—42	33—37	29	Нормализация
110—123	72—88	36—95	31—63	Закалка. Отпуск

Прутки диаметром 120 мм

42—47	24—26	15—33	12	Горячекатаное состояние
47—52	32	17—33	9	Отжиг
76—80	45—55	49—56	47	Нормализация
112—164	81	80	70	Закалка. Отпуск

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С начала 1250, конца 700 Сечения до 400 мм охлаждаются на воздухе

Свариваемость — трудносвариваемая Способы сварки РДС и КТС Необходим подогрев и последующая термообработка

Обработываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 170—179 и $\sigma_B = 640$ МПа $K_{\text{отв спл}} = 1$, $K_{\text{об ст}} = 1$

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость, мм (ГОСТ 1050—74)

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	3	4,5	6	7 5	9	12	16,5	24	30	
50,5—59	41,5—57	29—54	25—42,5	23—36,5	22—33	20—31	(92)—29	(88)—26	(86)—24	Твердость для полос прокаливаемости, HRC ₃ , (HRB)
Термообработка			Количество мартенсита, %			Критический диаметр, мм				
						в воде		в масле		
Закалка			50			15—35			6—12	

Сталь 50

Замечитель — стали 45, 50Г, 50Г2, 55

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный ГОСТ 1050—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 10702—78 Калиброванный пруток ГОСТ 10702—78, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78 Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 10702—78 Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74 Лист тонкий ГОСТ 16523—70 Лента ГОСТ 10234—77, ГОСТ 1530—78, ГОСТ 2284—79, ГОСТ 21996—76 Полоса ГОСТ 1577—81, ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70 Проволока ГОСТ 17305—71. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70, ГОСТ 1133—71 Валки ОСТ 24 013 21—85, ГОСТ 5399—69, ОСТ 24 013 04—83

Назначение — после нормализации с отпуском и закалки с отпуском — зубчатые колеса, прокатные валки, штоки, тяжело нагруженные валы, оси, бандажи, малонагруженные пружины и рессоры, лемехи, пальцы звеньев гусениц, муфты сцепления коробок передач, корпуса форсунок и другие детали, работающие на трение

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _{c_m})	Ar ₁	Mn [88]
725	760	750	690	300

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	A
			не более					
0,47—0,55	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	0,040	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства проката

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	σ_B	$\delta_5, (\delta_4)$	ψ
			МПа	%	
			не менее		
1050—74	Сталь горячекатаная, кованая, калнброванная и серебрянка 2-й категории после нормализации	25	630	14	40
	Сталь калнброванная 5-й категории				
	после нагартовки	Образцы	660	6	30
	после отжига или высокого отпуска	Образцы	560	12	40
1577—81	Листы отожженные или высокоотпущенные	80	580	17	—
16523—70 (Образцы поперечные)	Лист горячекатаный	До 2	540—720	(12)	—
		2—3,9		(13)	—
	Лист холоднокатаный	До 2	540—720	(13)	—
		2—3,9		(14)	—

Механические свойства поковок (ГОСТ 8479—70)

Термообработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
Нормализация	100—300	275	275	530	17	38	34	156—197
	До 100	315	315	570	17	38	39	167—207

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [81, 130]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Диаметр заготовки 40 мм. Закалка 840 °C, вода

400	600	830	14	50	64	240
500	530	760	15	56	88	215
600	450	680	17	64	139	190

Диаметр заготовки 60 мм. Закалка 840 °C, вода

400	550	770	14	48	56	217
500	490	710	15	55	70	200
600	420	630	19	63	108	180

$\sigma_{1/10000}^{400} = 147$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{500} = 43$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{400} = 103$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{500} = 27$ МПа

Механические свойства в зависимости от сечения [83]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 850 °C, вода. Отпуск 580—600 °C, воздух

50	530	760	15	50	59
120	470	740	13	40	39
160	450	740	13	40	39
200	430	720	13	35	20

Нормализация 830—860 °C, воздух. Отпуск 580—650 °C, воздух или печь

101—200	305	610	16	38	34
201—300	305	610	14	33	29
301—500	295	590	12	30	25
501—800	285	570	12	28	20

Механические свойства при повышенных температурах (ГСССД 58—83)

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, деформированный.
Скорость деформирования 5 мм/мин. Скорость деформации 0,002 1/с

700	87	115	39	97
800	45	81	45	100
900	16	50	43	100
1000	11	36	35	100
1100	8	28	41	100
1200	8	22	49	100

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [82]

Температура, °С				Термообработка
+20	-20	-50	-60	
78 49	66 —	51 —	— 37	Закалка 850 °С, вода. Отпуск 600 °С Закалка 850 °С, масло. Отпуск 450 °С

Предел выносливости [82]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Термообработка
421 при $n = 10^6$	—	Закалка 785 °С, масло. Отпуск 425 °С, $\sigma_B = 840$ МПа
279	167	Нормализация 850 °С Отпуск 630 °С
468	—	Закалка 785 °С, Масло. Отпуск 315 °С, $\sigma_{0.2} = 560$ МПа, $\sigma_B = 870$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С. начала 1250, конца 800. Сечения до 400 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС и КТС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 196—202 и $\sigma_B = 640$ МПа $K_{обтв\text{ сил}} = 1,0$, $K_{об\text{ ст}} = 0,7$.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость, мм [81, 125]

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	3	4,5	6	7,5	9	12	15	18	21	
46,5— 57	40,5— 53,5	29,5— 50,5	26— 40,5	24— 35	23— 33,5	21— 30,5	20— 29	28,5	27	Закалка 840 °С Твердость для полос прокаливаемо- сти, HRC _B
Термообработка			Критическая твердость, HRC _J			Критический диаметр мм				
						в воде		в масле		
Закалка 850 °С			46—51			—		10		
Закалка 840 °С			38—58			20		—		

Сталь 55

Заменитель — стали: 50, 60, 50Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1050—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72 Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Лента ГОСТ 2284—79, ГОСТ 1530—78. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 1577—81, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70 Валики ОСТ 24.013 21—85, ГОСТ 5399—69, ОСТ 24.013 04—83.

Назначение — после нормализации с отпуском и закалки с отпуском — зубчатые колеса, прокатные валки, штоки, тяжелоагрессивные валы, оси, бандажи, малоагрессивные пружины и рессоры, лемехи, пальцы звеньев гусениц и муфты сцепления коробок передач, корпуса форсунок и другие детали, работающие на трение.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	M_n [105]
725	755	750	690	320

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не более					
0,52—0,60	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	0,040	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства поковок (ГОСТ 8479—70)

Термообработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
Нормализация	100—300	315	315	570	14	35	34	167—207
Закалка. Отпуск	До 100	490	490	655	16	45	59	212—248

Механические свойства в зависимости от сечения [84]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Закалка 840 °С, вода. Отпуск 400 °С, воздух

20	870—990	1060—1210	7—8	43—52	54—67	341
40	640—740	900—1000	10—11	43—47	39—53	290
60	590—650	820—930	10—12	42—46	32—49	266

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Закалка 840 °С, вода Отпуск 500 °С, воздух

20	710—800	900—1000	10—12	53—59	59—98	285
40	550—610	820—900	12—14	45—52	49—69	264
60	510—570	750—850	13—14	43—52	39—59	239

Нормализация 830—860 °С, воздух. Отпуск 650—800 °С, печь

До 100	325	650	12	35	29	—
101—300	315	630	11	28	25	170—229
301—500	305	610	10	25	25	—

Нормализация 830—860 °С, воздух. Отпуск 550—600 °С,
печь или воздух

До 1200	не определяются					215—255

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [84]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₂
	МПа		%			

Закалка 840 °С, масло

200	1620—2210	1720—2280	2—3	7—12	5—10	64
300	1350—1790	1500—1940	3—4	20—25	5—10	56
400	1100—1380	1260—1590	4—5	31—36	19—49	47
500	820—1000	970—1120	7	41—45	39—78	40
600	600—700	800—890	10—11	51—54	69—108	30

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С			Состояние поставки
+20	—20	—50	
26	18	13	Горячекатаное

Предел выносливости [84]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n	Термообработка
377	219	10 ⁶	Закалка 790 °С, вода. Отпуск 650 °С, воздух

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1240, конца 800. Сечение до 400 мм охлаждаются на воздухе

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций. КТС с последующей термообработкой.

Обрабатываемость резанием — в нормализованном состоянии при НВ 212—225 $K_{\text{в тв. спл}} = 1$, $K_{\text{в ст}} = 0,65$.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость, мм [50, 81]

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	3	4,5	6	7,5	9	12	15	18	24	
54— 63	41,5— 59,5	35— 53	32— 46,5	30— 41	28,5— 38,5	27— 35,5	26— 34	25— 33	22,5— 32	Закалка 850 °С Твердость для полос прокаливаемо- сти, HRC _a
Количество мартенсита				Критический диаметр, мм						
				в воде			в масле			
50				16—28			9—16			

Сталь 58 (55ПП)

Заменитель — стали: 30ХГТ, 20ХГНТР, 20ХН2М, 12ХН3А, 18ХГТ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный. ГОСТ 1050—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — детали с тонкими сечениями упрочняемых элементов: шестерни среднего модуля, втулки, пластины и другие детали; после поверхностного упрочнения с нагревом ТВЧ — детали, к которым предъявляются требования высокой износостойкости при вязкой сердцевине, работающие при больших скоростях и средних удельных давлениях.

Температура критических точек, °С [50]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})
720	785

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
		не более						
0,55—0,63	0,10—0,30	0,20	0,15	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства (ГОСТ 1050—74)

Состояние поставки. Режимы термообработки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC _{9,4} не бо- лее
		МПа		%			
		не менее					
Сталь горячекатаная, кова- ная, калиброванная и сере- брянка 2-й категории после нормализации	25	315	600	12	28	—	—
Нормализация 850 °С [50]	130	300	600	10	25	35	22
Закалка 850 °С (скорость ин- дукционного нагрева 30 град/с), охлаждение во- дяным душем	6	1900— 2100	2100— 2300	3—5	25—30	20—40	58—69
Отпуск 180 °С, выдержка 1,5 ч [50]							

Ударная вязкость KCU Дж/см² [81]

Температура, °С				HRC ₉	Примечание
+20	—20	—40	—60		
78	56	29	24	59	Образцы без надреза
59	29	24	20	61	

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1265, конца 1080 [82].

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 60

Заменитель — стали: 55, 65Г

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1050—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86.

Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78 Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 7419 0—78, ГОСТ 7419 1—78, ГОСТ 7419 3—78, ГОСТ 7419 5—78—ГОСТ 7419 8—78, ГОСТ 14955—77 Лист толстый ГОСТ 1577—70, ГОСТ 19903—74 Лента ГОСТ 2284—79, ГОСТ 1530—78, ГОСТ 21996—76, ГОСТ 21997—76 Полоса ГОСТ 82—70, ГОСТ 1577—81, ГОСТ 103—76 Проволока ГОСТ 9389—75

Назначение — цельнокатаные колеса вагонов, валки рабочие листовых станов для горячей прокатки металлов, шпиндели, бабдажи, диски сцепления, пружинные кольца амортизаторов, замочные шайбы, регулировочные шайбы, регулировочные прокладки и другие детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и износостойкости.

Температура критических точек, °C [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₁ (Ar _c m)	Ar ₁
725	750	745	690

Химический состав, % (ГОСТ 1050—74)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не более					
0,57—0,65	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства в зависимости от сечения [140]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		

Закалка 780—830 °C, масло. Отпуск 560 °C

30	K	590	920	19	50	24
30	Ц	540	880	—	—	49

Закалка 780—830 °C, масло. Отпуск 610 °C

10	Ц	600	860	20	58	73
30	K	540	880	20	50	49
60	K	480	730	25	60	49
60	Ц	390	680	27	56	49

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [140]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	KCU, Дж/см²	HB
	МПа		%			

Закалка 950 °C, масло

400	1430	1690	2	3	4,9	450
450	1280	1430	5	10	19	410
500	1120	1210	7	16	23	375
550	1040	1150	7	20	24	370

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [82]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_{10})$	ψ
	МПа		%	

Закалка, высокий отпуск

20	510	700	17	60
200	530	680	14	—
300	450	560	27	—
500	320	460	30	—
—25	540	760	(21)	61
—40	540	790	(23)	61

Предел выносливости [140]

σ_{-1} , МПа	n	Состояние стали
373	10^6	$\sigma_{0,2} = 510$ МПа, $\sigma_B = 710$ МПа
348	10^7	$\sigma_{0,2} = 510$ МПа, $\sigma_B = 710$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1220, конца 800. Сечения до 300 мм охлаждаются на воздухе

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций, КТС с последующей термообработкой

Обрабатываемость резанием — в нормализованном состоянии при НВ 241 $K_{ртв, спл} = 0,70$, $K_{об. ст} = 0,65$.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость, мм [50]

Расстояние от торца, мм										Примечания
1,5	3	4,5	6	7,5	9	12	21	33	45	
57,5— 63,5	56— 62	51— 60,5	38,5— 59	35— 56	33,5— 51,5	32— 42	31,5— 40	26— 38	25— 34	Закалка 820 °С. Твердость для полос прокали- ваемости HRC ₉

Количество мартенсита, %	Критический диаметр, мм	
	в воде	в масле
50	26—48	10—20
90	15—30	3—12

Сталь 08Ю

Заменитель —

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 4041—71, ГОСТ 19903—74 Лист тонкий ГОСТ 9045—80 Трубы ГОСТ 10705—80

Назначение — детали, изготавливаемые холодной штамповкой с особо сложной и сложной вытяжкой

Химический состав, %

C	Mn	S	P	Al	Cr	Ni	Cu	Si
		не более			не боле			

ГОСТ 9045—80

До 0,07 | 0,20—0,35 | 0,025 | 0,02 | 0,02—0,07 | 0,03 | 0,06 | 0,06 | 0,01

ГОСТ 4041—71

До 0,10 | 0,25—0,45 | 0,03 | 0,025 | 0,02—0,08 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,03

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_4 (\delta_5)$	НВВ
			МПа, не более		% не менее	
9045—80 (Образцы поперечные)	Лист термообработанный для сложной вытяжки	0,5—1,5 1,5—2,0	205	255—350	34 38	48
	для особо сложной вытяжки	0,5—1,5 1,5—2,0	195	255—320	36 40	46
	для весьма особо сложной вытяжки	0,5—1,5 1,5—2,0	185	255—320	40 42	46
4041—71 (Образцы поперечные)	Лист термообработанный 4-й категории	4—14	265	360	(36)	НВ 118
10705—80	Трубы электросварные, термообработанные	10	Св. 170	Св. 290	(27)	—
	Полоса горячекатаная	5	255	350	(δ_{10}) 37 *	НВ 110

Ударная вязкость, КСУ, Дж/см² [47]

Температура, °С		Состояние поставки
—40	—60	
73—108	67—79	Лист горячекатаный

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С. начала 1250, конца 850.
 Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС и АрДС
 Флокочувствительность — не чувствительна
 Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 0сВ

Заменитель —

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный ГОСТ 4728—79.

Назначение — оси вагонов железных дорог широкой колеи.

Химический состав, % (ГОСТ 4728—79)

С	Mn	Si	Р	S	Cr	Ni	Cu
			не более				
0,40—0,48	0,55—0,85	0,15—0,35	0,040	0,045	0,30	0,30	0,25

Механические свойства (ГОСТ 4728—79)

Состояние поставки	σ _в , МПа	δ ₅ , %	КСУ, Дж/см
	не менее		
Оси нормализованные	570—580	21	40
	590—610	20	35
	620—640	19	30
	н. м 650	18	30

Технологические свойства [81]

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокочувствительность — не чувствительна.

Сталь 12К

Заменитель —

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 5520—79, ГОСТ 19903—74.

Назначение — для изготовления деталей, частей котлов и сосудов, работающих под давлением при комнатной, повышенной и пониженной температурах.

Химический состав, % (ГОСТ 5520—79)

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,08—0,16	0,17—0,37	0,40—0,70	0,04	0,04	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства (ГОСТ 5520—79)

Состояние поставки	Сечение мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	КСУ, Дж/см ²	
		МПа		%	+20 °С	после механического старения
		не менее				
Листы категорий: 2—5, 10, 11, 16, 18	До 20	225	350—440	24	78	39
	21—40	215				
	41—60	205				

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа не менее (ГОСТ 5520—79)

Температура испытания, °С					
200	250	300	350	400	450
180	170	140	120	98	78

Механические свойства при испытании на длительную прочность [52]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С
162	1/10 000	400
64	1/10 000	480
108	1/100 000	400
31	1/100 000	480

Предел длительной прочности, МПа	Режим испытания	
	Длительность, ч	Температура, °С
115	10 000	450
69	100 000	450
68	200 000	450
33	200 000	480

Технологические свойства [52]

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Сталь 15К

Заменитель — сталь 20К.

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 5520—79, ГОСТ 19903—74.

Назначение — фланцы, днища, цельнокованные и сварные барабаны паровых котлов, корпуса аппаратов и другие детали котлостроения и сосудов, работающие под давлением при температуре до 450 °С.

Температура критических точек, °С [84]

Ac ₁	A _{с3} (Ac _m)	A _{г3} (A _{гсm})	A _{г1}
724	860	830	676

Химический состав, % (ГОСТ 5520—79)

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,12—0,20	0,15—0,30	0,35—0,65	0,040	0,04	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства (ГОСТ 5520—79)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	КСУ, Дж/см²	
		МПа			в состоянии поставки	после механического старения
		не менее				
Листы категорий: 2—5, 10, 11, 16, 18	До 20	225	370—480	27	68	34
	21—40	215		26	64	29
	41—60	205		25	59	29

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °C	σ_0	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Листы горячекатаные толщиной 37—40 мм [84]

20	225	420	30	56	62—103
100	195	390	—	—	88—167
200	195	470	—	—	73—137
300	165	470	—	—	64—113
400	160	370	—	60	54—78
500	155	250	—	61	44—73

Листы толщиной 37—40 мм Отжиг 880—900 °C [77]

20	245	400—430	30	55—60	73—98
200	180—225	350—500	17—28	43—62	83—118
300	145—185	350—510	24	52—60	78—93
400	140—175	320—400	22—33	60—73	59—73
500	120—150	200—270	24—43	71—83	49—64
600	69—98	110—150	36—48	84—91	113

Механические свойства в зависимости от тепловой обработки [135]

Состояние поставки	Тепловая обработка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Выдержка ч	Температура °С	МПа		%		
Горячекатаное	20 000	450	225	370	33	74	161
	40 000	450	180	350	34	73	—
	20 000	550	200	320	40	76	—

Механические свойства при испытании на длительную прочность [84]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести %/ч	Температура испытания, °C	Предел длительной прочности МПа	Режим испытания	
				Длитель- ность ч	Температура, °C
108	1/100 000	400	127	10 000	450
94	1/10 000	450	93	100 000	450
63	1/100 000	450	76	10 000	500
—	—	—	54	100 000	500

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [35]

Температура °C			Состояние поставки
+20	—20	—40	
88	49	39	Горячекатаное состояние

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (ГОСТ 5520—79)

Температура испытания, °С					
200	250	300	350	400	450
175	165	135	120	98	78

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С начала 1260, конца 750
 Свариваемость — сваривается без ограничений Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой
 Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.
 Флокочувствительность — не чувствительна.

Сталь 16К

Заменитель —
 Вид поставки лист толстый ГОСТ 5520—79, ГОСТ 19903—74
 Назначение — для изготовления деталей и частей котлов, сосудов, работающих под давлением при комнатной, повышенной и пониженной температурах.

Химический состав, % (ГОСТ 5520—79)

C	S	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,12—0,20	0,17—0,37	0,45—0,75	0,040	0,040	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства (ГОСТ 5520—79)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	КСУ, Дж/см'	
		МПа			в состоянии поставки	после механического старения
		не менее				
Листы категорий 2—5, 10, 11, 16, 18	До 20 21—40 41—60	255 245 235	400—490	22	67	34

Механические свойства при испытании на длительную прочность [52]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Режим испытания	
				Длительность, ч	Температура, °С
162	1/10 000	400	115	10 000	450
64	1/10 000	480	69	100 000	450
108	1/100 000	400	68	200 000	450
31	1/100 000	480	33	200 000	480

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (ГОСТ 5520—79)

Температура испытания, °С					
200	250	300	350	400	450
205	185	155	135	120	98

Технологические свойства [52]

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Сталь 18К

Заменитель —

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 5520—79, ГОСТ 19903—74.

Назначение — для изготовления деталей и частей котлов, сосудов, работающих под давлением при комнатной, повышенной и пониженной температурах

Химический состав, % (ГОСТ 5520—79)

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,14—0,22	0,17—0,37	0,55—0,85	0,04	0,04	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства (ГОСТ 5520—79)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ , %	КСУ, Дж/см ²	
		МПа			в состоянии поставки	после механического старения
		не мене				
Листы категорий 2—5, 10, 11, 16 18	До 20 21—40 41—60	275 265 255	430—520	20	59	29

Механические свойства при испытании на длительную прочность [52]

Предел ползучести МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Режим испытания	
				Длительность, ч	Температура, °С
162	1/10 000	400	115	10 000	450
64	1/10 000	480	69	100 000	450
108	1/100 000	400	68	200 000	450
31	1/100 000	480	33	200 000	480

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (ГОСТ 5520—79)

Температура испытания, °С					
200	250	300	350	400	450
225	205	175	155	135	120

Технологические свойства

Свариваемость — сваривается без ограничений [52].

Сталь 20К

Заменитель — сталь 15К.

Вид поставки — лист толщин ГОСТ 5520—79, ГОСТ 19903—74.

Назначение — фланцы, днища, цельнокованные и сварные барабаны паровых котлов, полумуфты, корпуса аппаратов и другие детали котлостроения и сосудов, работающие под давлением и при температуре до 450 °С.

Температура критических точек, °С [77]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
724	845	815	682

Химический состав, % (ГОСТ 5520—79)

С	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,16—0,24	0,15—0,30	0,35—0,65	0,040	0,040	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства (ГОСТ 5520—79)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$	КСУ, Дж/см ²	
		МПа			в состоянии поставки	после механического старения
		не менее				
Листы категорий. 2—5, 10, 11, 16, 18	До 20	245	400—510	25	59	29
	21—40	235		24	54	24
	41—60	225		23	49	24

**Механические свойства в горячекатаном состоянии
в зависимости от тепловой выдержки [135]**

Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
Время, ч	Температура, °С	МПа		%		
10 000	450	235—245	425	30—32	59—65	55—83
30 000	450	235	395	32	62	82—125
40 000	450	210	395	29—31	60—62	81—104
10 000	500	185—215	350—360	27—31	65—68	75—137
30 000	500	175—195	360	30—33	62—64	88—125

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [77]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Листы толщиной 37—40 мм, горячекатаные

20	215—245	400—440	30	56	62—103
100	195	390	20	47—55	88—167
200	195	—	15—17	39	73—137
300	165	—	23	44—51	64—113
400	165	370	24	61	54—78
500	155	250	23	61	44—73
600	59	110	31—37	73—81	59—225

Листы толщиной 37—40 мм после отжига при 880—900 °С

20	245	400—430	30	55—60	73—98
200	180—225	350—500	17—28	43—62	83—117
300	145—185	350—510	24	52—60	78—93
400	135—175	320—400	22—33	60—73	59—73
500	120—150	200—270	24—43	71—83	49—64
600	69—98	110—150	36—48	84—91	113

Механические свойства при испытании на длительную прочность [77]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длитель- ность испытания, ч	Температура испытания, °С
108	1/100 000	400	127	10 000	450
94	1/10 000	450	93	100 000	450
63	1/100 000	450	76	10 000	500
—	—	—	54	100 000	500

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (ГОСТ 5520—79)

Температура испытания, °С					
200	250	300	350	400	450
215	195	175	155	135	120

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1260, конца 750.

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭПС.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Сталь 22К

Заменитель — сталь 25К.

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 5520—79, ГОСТ 19903—79.

Назначение — днища, фланцы, цельнокованные и сварные барабаны паровых котлов, полумуфты, патрубки и другие детали работающие при температуре от —40 до 450 °С под давлением.

Температура критических точек, °С [81]

A_c	A_{c_s} (A_{c_m})	A_{r_s} (A_{r_m})	A_{r_t}
724	845	815	682

Химический состав, % (ГОСТ 5520—71)

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As
			не более					
0,19—0,26	0,17—0,40	0,7—1,0	0,035	0,040	0,30	0,30	0,30	0,08

Механические свойства (ГОСТ 5520—79)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$	КСУ, Дж/см ²	
		МПа			в состоянии поставки	после механического старения
		не менее				
Листы категорий. 2—5, 10 11, 16, 18	До 60 Св. 60	265 255	430—590	22	59	29

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [81]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Листы толщиной 30—70 мм горячекатаные

20	245—295	500—520	22—26	50—61	83—113
100	225—275	460—490	—	—	69
200	215—265	—	—	—	39—108
300	215—235	—	—	—	22—103
400	225	450—470	—	59—63	49—76
500	195	280—310	19—29	60—68	44—60
600	110—130	135—165	20—34	66—68	53—71

*Листы толщиной 30—70 мм, нагрев 930 °C, выдержка 2 ч,
охлаждение со скоростью 80—100 град/ч,
Отпуск 600—650 °C, охлаждение 50 град/ч*

20	225—245	460—470	31—36	61—66	118—157
200	185—215	390—430	26—27	64—65	206—235
300	165—185	390—430	25—27	59—62	216—284
400	155—165	390	27—29	73—75	127—186
500	135—145	255—265	28—31	80—82	88—108
600	110	160	33—41	87—88	206—255

*Образец прокатанный толщиной 6 мм, длиной 30 мм.
Скорость деформирования 16 мм/мин.
Скорость деформации 0,09 1/с*

700	81	120	57	90	—
800	56	72	49	63	—
900	49	84	60	86	—
1000	45	59	59	86	—
1100	26	42	75	100	—

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки [135]

Термообработка	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Время, ч	Температура, °C	МПа		%		
Нагрев 920—940 °C, охлаждение 100 град/ч, отпуск 600 °C 5 ч, охлаждение 50 град/ч	20 000	450	230	470	29	59	82
	30 000	450	240	470	25	59	—
	20 000	500	230	440	31	64	98
	30 000	550	255	435	34	64	78

Механические свойства при испытании на длительную прочность [135]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °C	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °C
132	1/100 000	400	139	10 000	450
208	1/10 000	400	98	100 000	450
63	1/100 000	450	59	100 000	500
94	1/10 000	450	47	100 000	525

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [135]

Температура, °С			Термообработка
+20	—20	—40	
118—157	77—113	11—138	Листы толщиной 30—70 мм, нагрев 930 °С, выдержка 2 ч, охлаждение 80—100 град/ч, отпуск 600—650 °С, охлаждение 50 град/ч

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (ГОСТ 5520—79)

Температура испытания				
200	250	300	320	350
215	205	190	185	175

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1280, конца 700. Сечения до 400 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способ сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. ЭШС — требуется последующая термообработка.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Коррозионные свойства в воде [81]

Температура, °С	Глубина, мм/год
565	0,08—0,13
600	0,44—0,70

СТАЛЬ КОНСТРУКЦИОННАЯ ПОВЫШЕННОЙ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ

Сталь А12

Заменитель — сталь А20.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1414—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 1414—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 1414—75, ГОСТ 14955—77.

Назначение — оси, валики, втулки, зубчатые колеса, шестерни, пальцы, винты, болты и другие малонагруженные мелкие детали сложной формы, обрабатываемые на станках-автоматах, и к которым предъявляются повышенные требования по качеству поверхности и точности размеров.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _{c_m})	Ag ₁
735	866	840	685

Химический состав, % (ГОСТ 1414—75)

C	Si	Mn	S	P
0,08—0,16	0,15—0,35	0,70—1,10	0,08—0,2	0,08—0,15

Механические свойства (ГОСТ 1414—75)

Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ (HRC ₃), не более
		МПа		%		
		не менее				
Сталь горячекатаная	100	—	410	22	34	160
Сталь калиброванная нагартованная	30	—	510	7	—	217
	30—100	—	460	7	—	217
Жидкостная цементация 860—880 °С. Закалка 860—880 °С, вода. Отпуск 180—220 °С, воздух	15	290	440	—	36	(поверхности 57)
Цианирование 820—860 °С. Закалка 820—860 °С, вода. Отпуск 180—220 °С, воздух	15	290	440	—	36	(поверхности 57)

Механические свойства (после отжига 840 °С) при повышенных температурах [2]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		
20	290	440	36
400	170	400	34
480	165	315	38
535	140	255	42
590	98	185	56

Механические свойства в зависимости от степени деформации [138]

Степень деформации, %	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_4	Ψ	НВ
	МПа		%		
5	450	550	21	50	159
10	530	600	17	47	189
20	640	680	14	43	229
25	680	710	13	42	235

$\sigma_{1/10000}^{125} = 186$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{355} = 39$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{425} = 136$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{535} = 20$ МПа.

Технологические свойства [81, 82, 138]

Температураковки, °С. начала 1200, конца 850.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — НВ 167—217, $K_{\text{св}} = 1,6$.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь А20

Заменитель — сталь А12.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1414—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77.

Назначение — мелкие детали машин и приборов, малонагруженные детали сложной конфигурации, к которым предъявляются требования высокой точности размеров и качества поверхности, после цементации и цианирования — малонагруженные детали, к которым предъявляются требования износостойкости и повышенного качества поверхности.

Температура критических точек, °С [138]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
735	866	840	685

Химический состав, % (ГОСТ 1414—75)

С	Si	Mn	S	P
				не более
0,17—0,24	0,15—0,35	0,70—1,00	0,08—0,15	0,06

Механические свойства (ГОСТ 1417—75)

Состояние поставки	Сечение, мм	σ_B , МПа	δ_5	ψ	НВ, не более
			%		
			не менее		
Сталь горячекатаная	100	450	20	30	168
Сталь калиброванная нагар- тованная	100	530	7	—	217

$\sigma_{1/10000}^{425} = 93$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{535} = 25$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{425} = 59$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{535} = 10$ МПа [51].

Технологические свойства [51, 138]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 850.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь А30

Заменитель — стали: А40, А40Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1414—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 1414—75, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 1414—75, ГОСТ 14955—77.

Назначение — детали сложной формы, обрабатываемые на станках-автоматах, и детали, к которым предъявляются повышенные требования к качеству поверхности, работающие при повышенных напряжениях и давлениях (оси, валики, втулки, кольца, шестерни, пальцы, винты, болты, гайки).

Температура критических точек, °С [138]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Arc _m)	Ag ₁
735	845	820	680

Химический состав, % (ГОСТ 1414—75)

C	Si	Mn	S	P
				не более
0,27—0,35	0,15—0,35	0,70—1,00	0,08—0,15	0,06

Механические свойства в сечении 100 мм (ГОСТ 1414—75)

Состояние поставки	σ_B , МПа	δ_5	ψ	НВ, не более
		%		
	не менее			
Сталь горячекатаная	510	15	25	185
Сталь калиброванная нагартованная	540	6	—	223

Технологические свойства [51, 81]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь А40Г

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1414—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 1414—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 1414—75, ГОСТ 14955—77.

Назначение — детали сложной формы, обрабатываемые на станках-автоматах, и детали, к которым предъявляются повышенные требования к чистоте поверхности, работающие при повышенных напряжениях и давлениях: оси, валики, втулки, кольца, шестерни, пальцы, винты, болты, гайки, ходовые винты.

Температура критических точек, °С [84]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)
730	830

Химический состав, % (ГОСТ 1414—75)

C	Si	Mn	S	P, не более
0,37—0,45	0,15—0,35	1,20—1,55	0,18—0,30	0,05

Механические свойства в сечениях до 100 мм при 20 °С

Состояние поставки	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа	%		
	не менее			не более
Пруток горячекатаный без термообработки	590	14	20	207
Пруток калиброванный высокоотпущенный или отожженный	590	17	—	229

Технологические свойства

Температура ковки, °С: начала 1100, конца 800 [51].

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна [84].

СТАЛЬ КОНСТРУКЦИОННАЯ НИЗКОЛЕГИРОВАННАЯ ДЛЯ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Сталь 09Г2

Заменитель — стали: 10Г2, 09Г2С, 09Г2Д, 09Г2Т.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 19281—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 5521—76, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86. Лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 17066—80, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 19282—73, ГОСТ 82—70, ГОСТ 5521—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — стойки ферм, верхние обвязки вагонов, хребтовые балки, двутавры и другие детали вагоностроения, детали экскаваторов, элементы сварных металлоконструкций и другие детали, работающие при температуре от —40 до +450 °С.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _{c_m})	Ar ₁	Mn [145]
720	830	710	620	320

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P	S	N	As
			не более						
До 0,12	0,17—0,37	1,4—1,8	0,30	0,30	0,30	0,035	0,040	0,008	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0.2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_4),$ %
			МПа		
			не менее		
19281—73	Сортовой и фасонный прокат Листы и полосы в состоянии поставки (Образцы поперечные)	До 20 вкл.	305	440	21
19282—73		От 20 до 32 вкл	295	440	21
17066—80	Листы горячекатаные	2—3,9	—	440	(17)

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [84]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%			
200	780	930	12	40	337	59
300	690	880	14	50	325	—
400	620	750	19	60	260	98
500	590	690	21	65	225	127
600	570	670	22	65	200	186
700	380	640	—	—	80	167

Ударная вязкость при отрицательных температурах, Дж/см², не менее

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	Температура испытания °C	
			—40	—70
19281—73	Сортовой и фасонный прокат	5—10 10—20 вкл. Св. 20 до 32 вкл.	КСУ 39 29 29	29 29 —
19282—73	Листы и полосы (Образцы поперечные)	5—10 10—20 вкл. Св. 20 до 32 вкл.	КСУ 34 29 39	— — —

Предел выносливости [81]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние стали
235	137	Сечения 4—32 мм в состоянии поставки
274	167	Сечения 10—20 мм после улучшения

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С начала 1250, конца 850 [50]

Свариваемость — сваривается без ограничений Способы сварки РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭПС

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна

Сталь 14Г2

Заменитель — сталь 15ХСНД

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 19282—73 ГОСТ 19903—74 Полоса ГОСТ 82—70, ГОСТ 103—76 Лист тонкий ГОСТ 17066—80, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74 Сортовой прокат, в том числе фасонный ГОСТ 19281—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72.

Назначение — для крупных листовых конструкций, работающих до температур —70 °С.

Температура критических точек, °С [33]

Ac	Ac ₃ (Ac _m)
709	825

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	N	Cu	P	S	N	As
			не более						
0,12—0,18	0,17—0,37	1,2—1,6	0,30	0,30	0,30	0,035	0,040	0,008	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
			МПа		
			не менее		
19281—73	Сортовой и фасонный прокат	До 10	335	460	21
19282—73	Листы и полосы (Образцы поперечные)	От 10 до 32 вкл	325	450	21
	Листы после закалки, отпуска (Образцы поперечные)	От 10 до 32 вкл	390	530	18
17066—80	Листы горячекатаные	2—3,9	—	460	17

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [33]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	ψ , %
	МПа		
Стержень диаметром 19 мм. Закалка. Охлаждение со скоростью 200 град/с. Выдержка при отпуске 1 ч			
200	1220	1240	60
300	1260	1270	60
400	1150	1180	61
500	810	880	67
600	660	760	70
Стержень диаметром 19 мм. Закалка. Охлаждение со скоростью 45 град/с. Выдержка при отпуске 1 ч			
200	900	980	55
300	900	930	59
400	830	880	59
500	660	750	63
600	590	690	67

Ударная вязкость при отрицательных температурах, Дж/см² (ГОСТ, 19281—73 ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Сечение, мм	Температура испытания	
		—40	—70
Сортовой прокат	От 5 до 10	34	34
	От 10 до 20 вкл.	29	29
	Св. 20 до 32 вкл.	29	—
Листы и полосы	От 5 до 10	34	—
	От 10 до 32 вкл.	29	—
	От 10 до 32 вкл.	39	29

Предел выносливости при $n = 10^7$ [84]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
295	Образец круглый гладкий $\sigma_{0,2} = 340$ МПа
125	Образец круглый с надрезом $\sigma_{0,2} = 340$ МПа

Технологические свойства [84]

Температураковки, °C: начала 1200, конца 900.
Свариваемость — ограниченно свариваемая.

Сталь 12ГС

Заменитель — стали: 12Г2А, 14Г2А, 15ГС.

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 82—70. Лист тонкий ГОСТ 17066—80, ГОСТ 19904—74, ГОСТ 19903—74.

Назначение — детали, изготавливаемые путем вытяжки,ковки, штамповки.

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	N	As
			не более						
0,09—0,15	0,5—0,8	0,8—1,2	0,30	0,30	0,30	0,035	0,040	0,008	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
			МПа		
			не менее		
19282—73	Листы и полосы (Образцы поперечные)	До 10 вкл.	315	460	26
17066—80	Листы горячекатаные	2—3,9	—	460	22

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [33]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\psi, \%$
	МПа		

Стержень диаметром 19 мм. Закалка, охлаждение со скоростью 200 град/с. Выдержка при отпуске 1 ч

200	1080	1130	55
300	1040	1080	55
400	980	1030	65
500	690	780	68
600	610	730	75

Стержень диаметром 19 мм. Закалка, охлаждение со скоростью 45 град/с. Выдержка при отпуске 1 ч

200	720	850	60
300	640	760	65
400	610	730	69
500	530	690	—
600	420	590	70

Технологические свойства [82, 84]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — сваривается без ограничений

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Сталь 16ГС

Заменитель — стали: 17ГС, 15ГС, 20Г2С, 20ГС, 18Г2С.

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 5520—79, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 17066—80, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 82—70.

Назначение — фланцы, корпуса и другие детали, работающие при температуре от —40 до 475 °С под давлением; элементы сварных металлоконструкций, работающие при температуре —70 °С.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
736—745	920—927	791—820	641—735

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	N	As
			не более						
0,12—0,18	0,44—0,7	0,9—1,2	0,30	0,30	0,30	0,035	0,040	0,008	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_1, \%$
			МПа		
			не менее		
19282—73	Листы и полосы (Образцы поперечные)	До 5	325	490	21
		От 5 до 10	325	490	
		От 10 до 20 вкл.	315	480	
		Св. 20 до 32 вкл.	295	470	
		Св. 32 до 60 вкл.	285	460	
		Св. 60 до 100 вкл.	275	450	
17066—80	Листы горячекатаные	2—3,9	—	400	17

**Ударная вязкость при отрицательных температурах, КСУ, Дж/см²,
не менее (ГОСТ 19282—73)**

Состояние поставки	Толщина листа, мм	Температура испытания, °С		
		+20	—40	—70
Листы и полосы (образцы поперечные)	От 5 до 10	59	39	29
	От 10 до 100 вкл.	59	29	24

Предел текучести $\sigma_{0,2}$ МПа (ГОСТ 5520—79)

Температура испытания, °С					
200	250	300	350	400	450
245	225	195	175	155	140

$\sigma_{1/10000}^{400} = 157$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{400} = 108$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{500} = 39$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{500} = 24$ МПа, $\sigma_{10000}^{400} = 245$ МПа, $\sigma_{100000}^{400} = 167$ МПа, $\sigma_{10000}^{500} = 69$ МПа, $\sigma_{100000}^{500} = 39$ МПа [85].

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Листы толщиной 26 мм прокатанные (образцы поперечные) [84]

20	—	490	27	51	—
200	230	420	—	52	
300	225	450	29	48	
400	215	410	—	64	—
500	175	305	31	68	
550	135	255	37	68	

Листы толщиной 4—160 мм. Нормализация 950 °С, охлаждение со скоростью 80—100 град/ч.

Отпуск 600—750 °С, выдержка 5 ч, охлаждение со скоростью 50 град/ч (образцы поперечные) [135]

20	245—295	470—500	27—38	51—72	59—196
200	175—255	420—450	24—31	52—74	206—343
250	—	—	—	—	245—304
300	195—225	390—480	22—29	48—70	225—314
350	175—225	450—480	25—31	66—71	206—314
400	175—215	400—430	27—34	64—76	127—235
500	145—195	255—345	31—38	68—85	118—157
550	135	255	37	68	—
600	110—125	155—175	38—46	82—90	118—157

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Коррозионная стойкость [71]

Среда	Температура, °C	Глубина, мм/год
Раствор NaOH 25 % раствор NH ₄ OH	20	0,46
	20	0,26

Сталь 17ГС

Заменитель — сталь 16ГС.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 11474—76, Лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 17066—80, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 82—70, ГОСТ 103—76.

Назначение — корпуса аппаратов, днища, фланцы и другие сварные детали, работающие под давлением при температурах от —40 до +475 °C.

Температура критических точек, °C [45]

Ac ₁	Ae ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁	Мн [113]
745	870	790	680	380

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
			не более						
0,14—0,20	0,4—0,6	1,0—1,4	0,30	0,30	0,30	0,035	0,040	0,08	0,008

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅ %	KCU, Дж/см ²
			МПа			
			не менее			
19282—73	Листы и полосы (Образцы поперечные)	До 10 От 10 до 20 вкл.	345 335	510 490	23 23	— —
17066—80	Листы горячекатаные	2—3,9	—	510	19	—
5520—79	Листы 2—6, 10—12, 16, 18 категорий термообработанные (Образцы поперечные)	4—20	320	490—610	22	49

Ударная вязкость при —40 °С (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Толщина листа мм	КСУ, Дж/см ² , не менее
Листы и полосы (Образцы поперечные)	От 5 до 10 От 10 до 20 вкл	44 34

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (ГОСТ 5520—79)

Температура испытания, °С					
200	250	300	350	400	450
265	245	225	205	175	175

$\sigma_{1/10000}^{450} = 82$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{480} = 61$ МПа, $\sigma_{10000}^{450} = 131$ МПа, $\sigma_{100000}^{450} = 1$
 $= 86$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{450} = 59$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{480} = 37$ МПа, $\sigma_{200000}^{450} = 74$ МПа,
 $\sigma_{200000}^{480} = 45$ МПа [52]

Технологические свойства (ГОСТ 19282—73)

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Сталь 17Г1С

Заменитель — сталь 17ГС.

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 5520—79 Полоса ГОСТ 82—70.

Назначение — сварные детали, работающие под давлением при температуре от —40 до +475 °С.

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	N	As
			не более						
0,15—0,20	0,4—0,6	1,15—1,6	0,30	0,30	0,30	0,035	0 040	0,008	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	КСУ, Дж/см ²
			МПа			
			не менее			
19282—73	Листы и полосы (Образцы поперечные)	До 10	335	510	23	—
		От 10	345	510	23	—
		до 20 вкл				

Продолжение табл.

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_s, \%$	КСУ, Дж/см ²
			МПа			
			не менее			
5520—79	Листы 2—6, 10—12, 16, 18 категорий горячекатаные (образцы поперечные)	4—20	295	510—630	22	49

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (ГОСТ 5520—79)

Температура испытания, °С					
200	250	300	350	400	450
265	245	225	205	175	175

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [171]

Состояние поставки	Температура испытания, С			
	+20	—20	—40	—60
Труба горячекатаная, $\sigma_{0,2} = 320$ МПа, $\sigma_B = 530$ МПа	73	52	48	37
Труба, закалка, высокий отпуск, $\sigma_{0,2} = 475$ МПа, $\sigma_B = 670$ МПа	78	71	64	53

Технологические свойства (ГОСТ 19282—73)

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Сталь 09Г2С

Заменитель — стали: 09Г2, 09Г2ДТ, 09Г2Т, 10Г2С.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 19281—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72. Лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 5520—79, ГОСТ 5521—76, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 17066—80, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — различные детали и элементы сварных металлоконструкций, работающих при температуре от —70 до +425 °С под давлением.

Температура критических точек, °С [49]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
725	860	780	625

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
не более			не более						
0,12	0,5—0,8	1,3—1,7	0,30	0,30	0,30	0,035	0,040	0,08	0,008

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_4),$ %
			МПа		
			не менее		
19281—73	Сортовой и фасон- ный прокат	До 10	345	490	21
19282—73	Листы и полосы (Об- разцы поперечные)	От 10 до 20 вкл.	325	470	21
		Св. 20 до 32 вкл.	305	460	21
		Св. 32 до 60 вкл.	285	450	21
		Св. 60 до 80 вкл.	275	440	21
		Св. 80 до 160 вкл.	265	430	21
19282—73	Листы после закал- ки, отпуска (Образ- цы поперечные)	От 10 до 32 вкл.	365	490	19
		От 32 до 60 вкл.	315	450	21
17066—80	Листы горячеката- ные	2—3,9	—	490	(17)

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (ГОСТ 5520—79)

Температура испытания, °С			
250	300	350	400
225	195	175	155

Ударная вязкость при отрицательных температурах, Дж/см²

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	Температура испытания °С		
			+20	-40	-70
			КСУ		
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	—
			КСУ		
19282—73	Листы и полосы	От 5 до 10	64	39	34
		От 10 до 160 вкл.	59	34	29
	Листы после закалки, отпуска (Образцы поперечные)	От 10 до 60 вкл.	—	49	29

Механические свойства при повышенных температурах [82]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Нормализация 930—950 °C

20	300	460	31	63
300	220	420	25	56
475	180	360	34	67

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [82]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Листы толщиной 34 мм в состоянии поставки НВ 112—127 (образцы поперечные)

20	295	405	30	66
100	270	415	29	68
200	265	430	—	—
300	220	435	—	—
400	205	410	27	63
500	185	315	—	63

При $\sigma_B = 475$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 235$ МПа [33].

Технологические свойства [82]

Температураковки, °C: начала 1250, конца 850.

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭПС.

Обрабатываемость резанием — в нормализованном, отпущенном состоянии $\sigma_B = 520$ МПа, $K_{\phi \sigma. ст} = 1,0$, $K_{\phi тв. спл} = 1,6$ [100].

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.
Флокеочувствительность — не чувствительна.

Сталь 10Г2С1

Заменитель — сталь 10Г2С1Д.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 19281—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 8510—86. Лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 5520—79. Лист тонкий ГОСТ 17066—80, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 82—70. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — различные детали и элементы сварных металлоконструкций, работающих при температуре от -70°C ; аппараты, сосуды и части паровых котлов, работающих при температуре от -70 до $+475^{\circ}\text{C}$ под давлением.

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P	N	As
			не более						
До 0,12	0,8—1,1	1,3—1,65	0,30	0,30	0,30	0,040	0,035	0,008	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_4), %
			МПа		не менее
19281—73	Сортовой и фасон- ный прокат	До 5	355	490	21
		От 5 до 10	345	490	
		От 10 до 20 вкл.	335	480	
19282—73	Листы и полосы (Об- разцы поперечные)	Св. 20 до 32 вкл.	325	470	19
		Св. 32 до 60 вкл.	325	450	
		Св. 60 до 100 вкл.	295	430	
	Листы после закал- ки, отпуска (Образ- цы поперечные)	От 10 до 40 вкл.	390	530	
17066—80	Листы горячеката- ные	2—3,9	—	490	(17)

Ударная вязкость при отрицательных температурах, Дж/см²

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	Температура испытания, $^{\circ}\text{C}$		
			$+20$	-40	-70
			KCU		
19281—73	Сортовой и фасонный прокат	От 5 до 10	64	39	29
		От 10 до 20 вкл.	59	29	24
		Св. 20 до 100 вкл.	59	29	—

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	Температура испытания, °С		
			+20	-40	-70
19282—73	Листы и полосы (Образцы поперечные)	От 5 до 10 От 10 до 100 вкл.	64 59	KCU 39 29	29 24

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа (ГОСТ 5520—79)

Температура испытания, °С			
250	300	350	400
245	215	195	175

При $\sigma_B = 580$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 230$ МПа [33].

Механические свойства при повышенных температурах [84]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ
	МПа		%	

Листы толщиной 32 мм прокатанные (образцы поперечные)

20	335	485	35	75
100	305	—	33	74
200	300	460	—	70
300	250	—	—	69
400	185	405	30	—
500	175	335	31	—

Листы толщиной 16 мм. Нормализация (образцы поперечные)

20	380	520	26	70
100	350	475	25	65
200	335	470	19	57
300	260	510	19	60

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Сталь 10Г2БД

Заменитель — сталь 10Г2Б.

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 82—70.

Назначение — для сварных металлических конструкций.

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Nb	P	S	N	As
			не более				не более			
До 0,12	0,17— 0,37	1,2—1,6	0,30	0,30	0,15— 0,30	0,02— 0,05	0,035	0,040	0,008	0,08

Механические свойства (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
		МПа		
		не менее		
Листы и полосы (Образцы поперечные)	До 10 вкл.	375	510	21

Ударная вязкость при —40 °С (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Толщина листа, мм	KCU, Дж/см ² не менее
Листы и полосы (Образцы поперечные)	От 5 до 10 Св 10	39 29

Технологические свойства

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Сталь 15Г2СФД

Заменитель —

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 19281—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72. Лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 82—70, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — для сварных металлических конструкций в строительстве и машиностроении.

Температура критических точек, °С [36]

A _{c1}	A _{c3} (A _{c_m})	Mn
720	850	420

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	V	P	S	N	As
			не более				не более			
0,12— 0,18	0,4—0,7	1,3—1,7	0,30	0,30	0,15— 0,30	0,05— 0,10	0,035	0,04	0,008	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
			МПа		
			не менее		
19281—73	Сортовой и фасонный прокат	До 20 вкл.	390	550	18
19282—73	Листы и полосы в состоянии поставки	От 5 до 32 вкл.	390	550	18
	Листы после закалки, отпуска (Образцы поперечные)	От 10 до 32 вкл.	440	590	17

Ударная вязкость при отрицательных температурах, Дж/см² (ГОСТ 19281—73)

Состояние поставки	Сечение мм	Температура испытания, °С	
		—40	—70
Сортовой и фасонный прокат	От 5 до 10 От 10 до 20 вкл.	KCV	
		39	—
		34	—
Листы и полосы	От 5 до 10 От 10 до 32 вкл.	KCU	
		39	—
		34	—
Листы после закалки, отпуска (Образцы поперечные)	От 10 до 32 вкл.	39	29

Механические свойства в зависимости от толщины листа [146]

Толщина листа, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$	КСУ, Дж/см²
	МПа			

Листы горячекатаные

3	470	660	20	—
12	420	590	18	94
20	410	570	19	62

Листы нормализованные

3	490	710	21	—
12	450	640	27	100
20	410	590	28	127

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [36]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Листы толщиной 20 мм после закалки					
400	780	880	13	37	73
500	710	810	17	52	73
600	710	800	—	52	78
650	640	730	22	58	108

Технологические свойства

Свариваемость — сваривается без ограничений [50].

Сталь 14Г2АФ

Заменитель — сталь 16Г2АФ

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 82—70

Назначение — металлоконструкции для промышленных зданий, подкрановые фермы для мостовых кранов.

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	V	N	P	S	As
			не более					не более		
0,12— 0,18	0,3—0,6	1,2—1,6	0,40	0,30	0,30	0,07— 0,12	0,015— 0,025	0,035	0,04	0,08

Механические свойства (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
		МПа		
		не менее		
Листы и полосы (Образцы поперечные)	До 50 вкл,	390	540	20

Ударная вязкость при отрицательных температурах, КСУ, Дж/см² (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Толщина листа, мм	Температура испытания, °С	
		—40	—70
		не менее	
Листы и полосы	От 5 до 10	44	34
Листы и полосы (Образцы поперечные)	От 10 до 50 вкл.	39	29

**Механические свойства в зависимости от толщины листа
(нормализация) [33]**

Толщина листа, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		
14	470—485	620—630	24
25	470—490	610—640	24—26
32	455—465	590	25
40	420—440	550—580	23—25

Механические свойства при повышенных температурах [147]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ
	МПа		%	

Листы толщиной 20 мм. Нормализация

20	480	590	35	73
100	430	590	29	73
200	390	550	27	69
300	350	580	27	64
400	320	550	30	76
500	270	405	29	82
600	190	265	36	89
700	100	120	42	88
800	78	98	41	80
900	59	93	58	96

Технологические свойства

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Сталь 16Г2АФ

Заменитель — стали: 15Г2АФ, 14Г2АФ.

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74 Полоса ГОСТ 82—70.

Назначение — металлоконструкции, сварные фермы для изделий машиностроения.

Температура критических точек, °C [33]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	M_{11}
723	907	400

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	V	N	P	S	As
			не более					не более		
0,14—0,20	0,3—0,6	1,3—1,7	0,40	0,30	0,30	0,08—0,14	0,015—0,025	0,035	0,040	0,08

Механические свойства (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
		МПа		
		не менее		
Листы и полосы (Образцы поперечные)	До 32 вкл.	440	590	20
	Св. 32 до 50 вкл.	410	570	20

Ударная вязкость при отрицательных температурах, КСУ, Дж/см² (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Толщина листа, мм	Температура испытания, °C	
		—40	—70
		не менее	
Листы и полосы (образцы поперечные)	От 5 до 10	44	34
	От 10 до 50 вкл.	39	29

Предел выносливости [79] σ_{-1} , МПа = 382 при $n = 10^7$.

Технологические свойства

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Сталь 18Г2АФпс

Заменитель — стали: 15Г2АФДпс, 16Г2АФ, 10ХСНД, 15ХСНД.

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 82—70.

Назначение — листовый прокат для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках в интервале температур до —60 °C.

Температура критических точек, °C [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
720	880	780	620

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	V	N	S	P	As
			не более					не более		
0,14— 0,22	До 0,17	1,3—1,7	0,30	0,30	0,30	0,08— 0,15	0,015— 0,030	0,040	0,035	0,08

Механические свойства (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
		МПа		
		не менее		
Листы и полосы (Образцы поперечные)	До 32 вкл.	440	590	19

Механические свойства в зависимости от толщины листа [183]

Толщина листа, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	Ударная вязкость, КСУ, Дж/см ²					После ме- ханнического старения
	МПа			Температура, °C					
				+20	-20	-40	-60 (-75)		

Листы. Нормализация 920—950 °C

8	530	670	26	99	106	70	69	—
12	500	650	24	94	80	—	44	83
20	455	610	26	117	—	—	—	91

Листы Закалка 940 °C, отпуск 650 °C

20	540	660	18	—	—	74	(49)	—

Швеллер и балка № 11—13. Нормализация 920—950 °C

—	455	580	25	205	172	150	129	182

Ударная вязкость при отрицательных температурах, КСУ, Дж/см² (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Толщина листа, мм	Температура, °C	
		-40	-70
		не менее	
Листы и полосы (Образцы поперечные)	От 5 до 10 От 10 до 32 вкл.	44 39	34 29

Технологические свойства [183]

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Коррозионная стойкость

Среда	Температура, °С	Глубина, мм/год
42 % раствор NaOH	20	0,012—0,017
25 % аммиачная вода	20	0,212—0,248

Сталь 14ХГС

Заменитель — стали: 15ХСНД, 16ГС, 14ГН, 16ГН, 14СНД.

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 17066—80, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 82—70.

Назначение — сварные конструкции, листовые, клапанные конструктивные детали.

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P	S	As
				не более				
0,11—0,16	0,4—0,7	0,9—1,3	0,5—0,8	0,30	0,30	0,035	0,040	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_A),$ %
			МПа		
			не менее		
19282—73	Листы и полосы (Образцы поперечные)	До 10 вкл.	345	490	22
17066—80	Листы горячекатаные	2—3,9	—	490	(18)

Ударная вязкость, КСУ, Дж/см² (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Толщина листа, мм	—40 °С
Листы и полосы (Образцы поперечные)	От 5 до 10 Св. 10	Св. 39 Св. 34

Ударная вязкость листов толщиной 10 мм, КСУ, Дж/см² [28]

Состояние поставки листов	Температура С			
	+20	-20	-40	-60
Горячекатаные	73—96	61—85	8—26	5—8
Отожженные	120—125	76—87	62—85	57—78
После закалки, отпуск	113—118	84—93	71—84	71—74

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [53]

Температура отпуска °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ	КСУ, Дж/см	НВ
	МПа		%			

Полоса толщиной 11 мм. Закалка 900 °С, вода.
Выдержка при отпуске 2 ч

100	1000	1270	8	40	98	390
200	1060	1250	8	—	98	390
300	980	1180	7	42	88	360
400	880	1020	7	45	103	310
500	770	860	10	55	176	—
600	670	730	12	60	196	210
700	490	590	19	68	245	180

Механические свойства в зависимости от толщины листа (нормализация) [145]

Толщина листа, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ
	МПа		%	
10	420	580	22	47
20	420	—	19	47
30	390	580	—	55

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — РДС без ограничений, АДС под флюсом и газовой защитой.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна

Сталь 15Г2АФДпс

Заменитель — стали: 18Г2АФпс, 16Г2АФ, 10ХСНД, 15ХСНД.

Вид вставки — лист толстый ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19282—73, Полоса ГОСТ 82—70.

Назначение — ответственные сварные конструкции, в том числе северного исполнения.

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	C	Ni	Cu	V	N	P	S	A _s
			не более					не более		
0,12—0,18	До 0,17	1,2—1,6	0,30	0,30	0,2—0,4	0,08—0,15	0,015—0,30	0,035	0,04	0,08

Механические свойства (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Сеченне, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
		МПа		
		не менее		
Листы и полосы (Образцы поперечные)	До 32 вкл.	390	540	19

Механические свойства в зависимости от толщины листа [183]

Толщина листа мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$	КСУ, Дж/см ²
	МПа			

Листы. Нормализация

12	510	620	28	115
20	450	590	28	120
40	410	530	32	128

Листы Закалка 940 °С. Отпуск 650 °С

20	560	630	17	—

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² (ГОСТ 19282—73)

Состояние поставки	Толщина листа, мм	Температура, °С	
		—40	—70
		не менее	
Листы и полосы (Образцы поперечные)	От 5 до 10	44	34
	От 10 до 32 вкл	39	29

Предел выносливости [117]

$\sigma_{-1}, \text{МПа}$	n	Состояние стали
250	10 ⁶	$\sigma_{0,2} = 410 \text{ МПа}, \sigma_B = 500 \text{ МПа}$

Технологические свойства [184]

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Сталь 20ХГ2Ц

Заменитель —

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5781—82, ГОСТ 2590—71.

Назначение — для изготовления арматуры периодического профиля класса А-IV диаметром от 10 до 32 мм

Температура критических точек, °С [34]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	M_n
770	835	740	345

Химический состав, % (ГОСТ 5781—82)

C	Mn	Si	Cr	Zr	Ni	S	P	Cu
					не более			
0,19— 0,26	1,50—1,90	0,40—0,70	0,90—1,20	0,05—0,14	0,30	0,045	0,045	0,30

Механические свойства (ГОСТ 5781—82)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ , %
		МПа		
		не менее		
Сталь арматурная IV класса горячекатаная	10—32	590	880	6

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [34]

Температура отпуска, С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		

Периодический профиль № 14. Закалка 950 °С, вода

300	1100	1240	8
400	1000	1130	9
500	800	890	13
600	650	750	17

Ударная вязкость, КСУ, Дж/см² [34]

Температура, °С				Состояние поставки
+20	-20	-40	-60	
80—90	38—55	25—40	15—30	Периодический профиль № 18, горячекатаный

Технологические свойства (ГОСТ 5781—82)

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Сталь 10ХСНД

Заменитель — сталь 16Г2АФ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 19281—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 6713—75, ГОСТ 535—79, ГОСТ 5521—86, ГОСТ 8509—86, ГОСТ 8510—86. Лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 5521—76, ГОСТ 6713—75. Лист тонкий ГОСТ 17066—80, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74, ГОСТ 5521—86. Полоса ГОСТ 19281—73, ГОСТ 82—70, ГОСТ 103—76, ГОСТ 6713—75, ГОСТ 14637—79, ГОСТ 19282—73, ГОСТ 5521—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — элементы сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от —70 до 450 °С.

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	N	As
не более						не более			
0,12	0,8—1,1	0,5—0,8	0,6—0,9	0,5—0,8	0,4—0,6	0,035	0,040	0,008	0,08

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_4),$
			МПа		%
			не менее		
19281—73	Сортовой и фасонный прокат	До 15 вкл.	390	530	19
19282—73	Листы и полосы в состоянии поставки (образцы поперечные)	Св 15 до 32 вкл.	390	530	19
		Св 32 до 40 вкл.	390	530	19
17066—80	Листы горячекатаные	От 2 до 3,9 вкл.	—	530	(15)

Ударная вязкость при отрицательных температурах, Дж/см²

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	Температура, °C	
			-40	-70
KCV				
19281—73	Сортовой и фасонный прокат	От 5 до 10	49	34
		От 10 до 15 вкл.	39	29
KCU				
19282—73	Листы и полосы (образцы поперечные)	От 5 до 10	49	34
		От 10 до 15 вкл.	39	29
		Св 15 до 32 вкл.	49	29
		Св 32 до 40 вкл.	49	29

Предел выносливости в горячекатаном состоянии [81]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Толщина, мм
284	167	4—32
274	167	33—40

Механические свойства при повышенных температурах [147]

Температура, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Листы толщиной 20 мм Нормализация

20	410	540	36	71
100	360	500	33	71
200	330	470	28	70
300	305	480	28	—
400	295	490	—	—
500	265	370	30	77
600	195	215	35	87
700	140	160	47	94
800	59	78	71	87
900	59	78	70	95

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС

Обрабатываемость резанием — в нормализованном и отпущенном состоянии $\sigma_B = 560$ МПа, $K_{0.2} = 1,12$, $K_{0.2} \text{ тв. спл} = 1,4$ [100].

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Флокентность — не чувствительна.

Сталь 10ХНДП

Заменитель —

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 19281—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72. Лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74. Лист тонкий ГОСТ 17066—80, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — в строительстве и машиностроении для сварных конструкций.

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	N	As	Al
не более							не более			
0,12	0,17—0,37	0,3—0,6	0,5—0,8	0,3—0,6	0,3—0,5	0,07—0,12	0,040	0,008	0,08	0,08—0,15

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
			МПа		
			не менее		
19281—73 19282—73	Сортовой и фасонный прокат Листы и полосы в состоянии поставки (Образцы попереч- ные)	До 10	345	470	20
17066—80	Листы горячекатаные	2—3,9	—	470	17

Ударная вязкость, Дж/см²

Источник	Состояние поставки	Сечение, мм	Температура, °С			
			+20	—20	—40	—60
19281—73	Сортовой и фасонный прокат	От 5 до 10	KCV			
			—	—	Св. 39	—
19282—73	Листы и полосы (Образцы поперечные)	От 5 до 10	KCU			
			—	—	Св. 39	—
{110}	Листы (Образцы поперечные)	18	55	47	45	42

Механические свойства при повышенных температурах [78]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Листы толщиной 10 мм в состоянии поставки

20	390	505	22	51
400	390	540	32	70
500	395	540	—	70
600	385	530	32	71
700	380	530	33	70
800	355	500	34	70

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [78]

Температура отпуска, °С	КСУ, Дж/см ²	НВ

Образцы. Закалка 950 °С, вода

300	121	210
400	119	215
500	147	198

Технологические свойства (ГОСТ 19282—73)

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Коррозионная стойкость [89]

Среда	Глубина, мм/год
Воздух	0,057
Грунт	0,0206
Вода	0,0197

Сталь 15ХСНД

Заменитель — стали: 16Г2АФ, 15ГФ, 14ХГС, 16ГС, 14СНД.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный ГОСТ 19281—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 8239—72, ГОСТ 8240—72, ГОСТ 6713—75, ГОСТ 535—79 Лист толстый ГОСТ 19282—73, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 6713—75, ГОСТ 14637—79 Лист тонкий ГОСТ 17066—80, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70, ГОСТ 6713—75, ГОСТ 14637—79 Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — элементы сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от —70 до 450 °С.

Температура критических точек, °C [81]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
730	885	803	650

Химический состав, % (ГОСТ 19282—73)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
						не более			
0,12—0,18	0,4—0,7	0,4—0,7	0,6—0,9	0,3—0,6	0,2—0,4	0,035	0,040	0,08	0,008

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_4),$ %
			МПа		
			не менее		
19281—73	Сортовой и фасон- ный прокат	До 10	345	490	21
		От 10 до 32 вкл.	325	470	21
19282—73	Листы и полосы в со- стоянии поставки (Образцы попереч- ные)	До 32 вкл	345	490	21
17066—80	Листы горячеката- ные	От 2 до 3,9 вкл.	—	490	(17)

Ударная вязкость, Дж/см² (ГОСТ 19281—73), ГОСТ 19283—73

Состояние поставки	Сечение, мм	Температура, °C	
		—40	—70
		не менее	

KCV

Сортовой и фасонный прокат	От 5 до 10	39	34
	От 10 до 20 вкл.	29	29
	Св 20 до 32 вкл	29	—

KCU

Листы и полосы (образцы поперечные)	От 5 до 10	39	29
	От 10 до 32 вкл	29	29

Механические свойства при повышенных температурах [84]

температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10} , %
	МПа		
<i>Листы нормализованные</i>			
20	370	620	20
200	370	590	15
300	360	610	11
400	375	590	14
500	300	365	17

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [84]

Температура отпуска, С	$\sigma_{0,2}$	σ_s	δ_{10}	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Закалка 900 °С, вода						
200	1220	1450	10	56	78	425
300	1160	1370	10	57	—	410
400	1080	1170	11	58	78	360
500	840	930	15	62	118	275
600	640	740	20	68	176	220

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n	Состояние стали
304	157	—	В состоянии поставки образцы без надреза [81] $\sigma_B = 490—560$ МПа [62]
274—299	—	10 ⁷	

Технологические свойства [81]

Свариваемость — сваривается без ограничений Способы сварки РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭПС

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна

Прокаливаемость [84]

Термообработка	Критическая твердость, HRC ₉	Критический диаметр, мм	
		в воде	в масле
Закалка 900 °С	36—48	30	—
	24—35	—	30

Коррозионная стойкость [89]

Среда	Глубина, мм/го
Морская вода	0,0435—0,0573 [84]
Грунт	До 0 0179
Воздух	До 0,0608

Сталь 35ГС

Заменитель — стали: ВСт5сп, Ст6, Ст6сп

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5781—82, ГОСТ 2590—71.

Назначение — для изготовления арматуры периодического профиля класса А-III диаметром от 6 до 40 мм

Температура критических точек, °С [176]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Mn
750	820	369

Химический состав, % (ГОСТ 5781—82)

C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Cu
			не более				
0,30—0,37	0,80—1,20	0,60—0,90	0,30	0,30	0,045	0,040	0,30

Механические свойства (ГОСТ 5781—82)

Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа				
		не менее				
Сталь арматурная III класса горячекатаная	6—40	390	590	14	—	—
Образец длиной 340— 360 мм профиля № 14 стержневой арматуры [158]	— —	410—450	690—710	15—21	48—64	202
горячекатаный после закалки 1000 °С, вода (35 °С), 4 с, от- пуск 425 °С		890—900	1000—1050	9—10	127—157	363

Механические свойства в зависимости от сечения [148]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
	МПа		
Стержень горячекатаный			
16	350—375	590—630	22—30
25	370—500	610—770	18—30
40	405—420	660—690	20—23
Стержень холоднодеформированный			
16	550—630	660—700	11—19

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [148]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
	МПа		
Стержневая арматура. Закалка 870—880 °С			
300	1220	1370	5
400	1030	1130	10
500	730	850	16
600	640	730	18

Ударная вязкость при отрицательных температурах, КСУ, Дж/см² [158]

Температура, °С		Образец длиной 340—360 мм профиля № 14 стержневой арматуры
—20	—40	
38—47 99—142	24—31 49—70	Горячекатаный После закалки 1000 °С, отпуска 425 °С

Механические свойства в зависимости от степени холодной пластической деформации [158]

Степень деформации, %	σ_B , МПа	δ	ψ	НВ	Примечание
		%			
—	950	5	69	210	Образец длиной 50 мм, сечением 10 мм профиля № 22 стержневой арматуры. Нагрев 930 °С, охлаждение на воздухе до 800 °С, охлаждение после деформации растяжением в селитре при 300 °С в течение 5 мин
10	950	16	—	245	
15	950	—	69	260	
35	990	16	73	260	

Технологические свойства (ГОСТ 5781—82)

Свариваемость — сваривается без ограничений

Сталь 25Г2С

Заменитель —

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5781—82, ГОСТ 2590—71.

Назначение — для изготовления арматуры периодического профиля III класса диаметром от 6 до 40 мм.

Химический состав, % (ГОСТ 5781—82)

C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Cu
			не более				
0,20—0,29	1,20—1,60	0,60—0,90	0,30	0,30	0,045	0,040	0,30

Механические свойства (ГОСТ 5781—82)

Состояние поставки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
		МПа		
		не менее		
Сталь арматурная III класса горячекатаная	6—40	390	590	14

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [190]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
	МПа		

Стержневая арматура сечением 14—16 мм. Закалка 900 °C, вода

150	1220	1310	8
300	1100	1210	6
400	960	1060	9
500	830	910	14
600	690	740	17

Механические свойства в зависимости от сечения [148]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
	МПа		

Стержень горячекатаный

16	420—430	660—690	23—28
25	380—400	590—620	23—31
40	420—435	660—680	25—29

Стержень холоднодеформированный

16	580—660	640—730	15—18

Ударная вязкость, КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С			Сечение стержневого периодического профиля, мм
+20	—20	—40	
132	92	84	12
191	169	136	14
135	96	69	22

Технологические свойства [79, 84]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

СТАЛЬ КОНСТРУКЦИОННАЯ ЛЕГИРОВАННАЯ

Сталь 15Х

Заменитель — сталь 20Х.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 4693—77, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прут ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 1051—73, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прут и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—78. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Трубы ГОСТ 8733—87, ГОСТ 8734—75, ГОСТ 9567—75.

Назначение — втулки, пальцы, шестерни, валики, толкатели и другие цементуемые детали, к которым предъявляется требование высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины, детали, работающие в условиях износа при трении.

Температура критических точек, °С [140]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _m)	Ar ₁
766	838	799	702

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

С	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
			не более			не более	
0,12—0,18	0,17—0,37	0,40—0,70	0,035	0,035	0,70—1,00	0,30	0,30

Механические свойства проката

Источник	Состояние поставки, режимы термообра- ботки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₀), не более
		МПа		%			
		не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток. Закалка 880 °С, вода или мас- ло, закалка 770— 820 °С, вода или мас- ло, отпуск 180 °С, воздух или масло	490	690	12	45	64	—
ГОСТ 10702—78	Сталь калиброван- ная и калиброванная со специальной отдел- кой: после отжига или отпуска	—	550	—	60	—	179
	после сфероиди- зирующего отжига	—	340— 440	—	60	—	179
	нагартованная без термообработки	—	590	5	45	—	207
[84]	Пруток. Цементация 910 °С, закалка 790 °С, вода, отпуск 190 °С	370	610	15	45	59	179 (HRC ₀ , поверх- ности 58—64)

Механические свойства поковок (ГОСТ 8479—70)

Термообработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
Нормализация	До 100 100—300	195	195	390	26	55	59	111—156
		195	195	390	23	50	54	111—156
Закалка, отпуск	До 100	345	345	590	18	45	59	174—217

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [84]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 880 °С					
200	550	780	7	46	39
300	560	750	4	55	49
400	560	720	6	59	78
500	540	680	9	61	98
600	530	630	10	61	127

Механические свойства при повышенных температурах [84]

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_{10}	ψ
		%	
Образец диаметром 10 мм, длиной 100 мм, отожженный			
Скорость перемещения захватов машины 0,38—0,47 мм/мин			
800	48	36	56
900	47	19	25
1000	32	29	52
1100	32	42	96
1150	19	52	98

Ударная вязкость, КСУ, Дж/см² [130]

Температура, °С		Состояние поставки
+20	—40	
98	61	Образец после закалки 850 °С, масло, отпуск 200 °С, 1 ч

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1260, конца 800. Заготовки сечением до 200 мм охлаждаются на воздухе, 200—700 мм подвергаются низкотемпературному отжигу.

Свариваемость — сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РДС, КТС без ограничений.

Обработываемость резанием — при $\sigma_B = 730$ МПа, $K_{в.ст} = 0,9$, $K_{в.спл} = 1,0$ [100].

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Прокаливаемость, мм (ГОСТ 4543—71)

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	
36—44,5	32—44,5	25—42,5	38,5	33	29	26	24,5	23	22	Закалка 880 °С
										Твердость для полос прокаливаемости, HRC _с

Сталь 20X

Заменитель — стали: 15X, 20XH, 12XH2, 18ХГТ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 10702—78, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 82—70, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Трубы ГОСТ 8731—87, ГОСТ 8732—78, ГОСТ 8733—87, ГОСТ 8734—75, ГОСТ 13663—68.

Назначение — втулки, шестерни, обоймы, гильзы, диски, плунжеры, рычаги и другие цементуемые детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины, детали, работающие в условиях износа при трении.

Температура критических точек, °C [130]

A _{c1}	A _{c3} (A _{c_m})	A _{г3} (A _{гс_m})	A _{г1}	M _n
750	825	755	665	390

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,17—0,23	0,17—0,37	0,50—0,80	0,70—1,00	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства проката

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB (HRC ₉), не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток. Закалка 880 °С, вода или масло; закалка 770—820 °С, вода или масло; отпуск 180 °С, воздух или масло	15	640	780	11	40	59	—
ГОСТ 10702—78	Сталь нагартованная калиброванная и калиброванная со специальной отделкой без термообработки	—	—	590	5	45	—	207

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₀), не более
			МПа		%			
			не менее					
[81]	Пруток. Цементация 920—950 °С, воздух; закалка 800 °С, масло; отпуск 190 °С, воздух	60	390	640	13	40	49	250 (поверхности 55—63)

Механические свойства поковок (ГОСТ 8479—70)

Термообработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
Нормализация	До 100	195	195	390	26	55	59	111—156
	100—300				23	50	54	
	300—500				20	45	49	
	До 100	215	215	430	24	53	54	123—167
	100—300				20	48	49	
	До 100	245	245	470	22	48	49	143—179
100—300	19				42	39		
Закалка. Отпуск	До 100	275	275	530	20	40	44	156—197
	100—300				17	38	34	
	100—300	315	315	570	14	35	34	167—207
	100—300				17	40	54	

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [84]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Пруток диаметром 25 мм. Закалка 900 °С, масло

200	650	880	18	58	118
300	690	880	16	65	147
400	690	850	18	70	176
500	670	780	20	71	196
600	610	730	20	70	225

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

*Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм кованный и нормализованный.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с*

700	120	150	48	89
800	63	93	56	74
900	51	84	64	88
1000	33	51	78	97
1100	21	33	98	100
1200	14	25	—	—

$\sigma_{1/10000}^{400} = 137$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{450} = 88$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{500} = 59$ МПа [2].

Предел выносливости при $n = 10^7$ [52]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
235	Нормализация. $\sigma_{0,2} = 295 \div 395$ МПа, $\sigma_B = 450 \div 590$ МПа, НВ 143—179
295	Закалка. Высокий отпуск. $\sigma_{0,2} = 490$ МПа, $\sigma_B = 690$ МПа, НВ 217—235
412	Цементация. Закалка Низкий отпуск. $\sigma_{0,2} = 790$ МПа, $\sigma_B = 930$ МПа, HRC ₉ 57—63

Ударная вязкость, КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °C				Состояние поставки
+20	-20	-40	-60	
280—286	280—289	277—287	261—274	Прутки диаметром 115 мм. Закалка. Отпуск

Технологические свойства

Температураковки, °C: начала 1260, конца 750. Заготовки сечением до 200 мм охлаждаются на воздухе, 201—700 мм подвергаются низкотемпературному отжигу [81]

Свариваемость — сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей) Способы сварки: РДС, КТС без ограничений.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 131 и $\sigma_B = 460$ МПа, $K_{0,6 \text{ ст}} = 1,3$, $K_{0,7 \text{ в. спл}} = 1,7$ [81].

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна,

Прокаливаемость [69]

Количество мартенсита, %		Критическая твер- дость, HRC ₉		Критический диаметр, мм							
				в воде				в масле			
50		32—36		26—48				8—24			
90		38—42		12—28				3—9			
Расстояние от торца, мм										Примечание	
1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	18	Закалка 860 °C	
38,5— 49	34— 46,5	29—44	24,5— 40	22— 35,5	32,5	30	28,5	27	24,5	Твердость для полос прокаливае- мости, HRC ₉	

Сталь 30X

Заменитель — стали: 30ХРА, 35Х, 35ХРА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный пруток ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 1577—81, ГОСТ 82—70. Поковки и кованные заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — для осей, валиков, рычагов, болтов, гаек и других некрупных деталей.

Температура критических точек, °C [84]

A _{c1}	A _{c3} (A _{c_m})
740	815

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,24—0,32	0,17—0,37	0,50—0,80	0,80—1,10	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние постав- ки, режим термо- обработки	Сечение, мм	КП	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	KCU, Дж/см²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток, Закалка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С, вода или масло	25	—	690	880	12	45	69	—
8479—70	Поковки. Закал- ка. Отпуск	До 100	395	395	615	17	45	59	187—229

Механические свойства в зависимости от сечения [84]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
Закалка 850 °С, вода. Отпуск 550 °С						
40	К	510	720	22	66	216
	Ц	490	680	27	65	196
80	К	520	720	21	66	206
	Ц	480	680	28	62	176
120	К	520	720	21	65	206
	Ц	420	680	28	60	167
160	К	410	720	18	64	206
	Ц	420	670	27	61	154

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [2]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 800 °C, вода					
300	540	900	11	53	20
400	560	860	13	54	39
500	440	690	18	70	39
600	490	670	17	74	54

Механические свойства при повышенных температурах [77]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Пруток диаметром 40 мм, Закалка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С					
300	570	790	25	65	127
400	510	650	21	74	98
500	450	500	14	75	83

Предел выносливости [2]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние сталей
333	240	$\sigma_{0,2} = 450$ МПа $\sigma_B = 690$ МПа

$$\sigma_{1/10000}^{425} = 124 \text{ МПа}, \sigma_{1/10000}^{540} = 20 \text{ МПа},$$

Ударная вязкость, КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С				Термообработка
+15	-20	-40	-70	
42	34	34	33	Закалка 860 °С, масло, отпуск 200 °С, масло

Технологические свойства [50]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800. Охлаждение замедленное.
Свариваемость — сваривается ограниченно. РДС, ЭПС с подогревом и последующей термообработкой.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна,

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71)

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	13,5	16,5	24	
48—54	44—53	40—51,5	36,5—49,5	34—46,5	31—42,5	28,5—39	25—34	30,5	27	Закалка 860 °С
Количество мартенсита, %						Критический диаметр в масле, мм				
50						15—25				

Сталь 35Х

Заменитель — стали: 40Х, 35ХР.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прут ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прут и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — оси, валы, шестерни, кольцевые рельсы и другие улучшаемые детали.

Температура критических точек, °С [140]

Ас ₁	Ас ₃ (Ас _м)	Аг ₃ (Аг _{0м})	Аг ₁	Мн
743	782	730	693	360

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,31—0,39	0,17—0,37	0,50—0,80	0,80—1,10	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние постав- ки, режим термо- обработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закал- ка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С, вода или масло	25	—	730	910	11	45	69	—
8479—70	Поковки. Закал- ка. Отпуск	100—300 До 100	395 490	395 490	615 655	15 16	40 45	54 59	187—229 212—248

Механические свойства в зависимости от сечения [140]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

*Нормализация 850 °С. Отпуск 660 °С, воздух.
Закалка 850 °С, вода. Отпуск 570 °С, вода или масло*

30	760	880	15	50	78	262
50	650	820	15	50	78	248

*Нормализация 850 °С. Отпуск 660 °С, воздух.
Закалка 850 °С, вода. Отпуск 610 °С, вода или масло*

80	550	740	15	50	78	217
120	490	700	15	50	59	207
160	450	670	15	50	59	197
240	390	630	15	50	59	187

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [89]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 850 °С, вода					
500	880	980	15	53	98
600	680	830	19	61	127
700	540	710	24	68	166

Механические свойства при повышенных температурах [89]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
	МПа		
Закалка 840 °С, масло. Отпуск 580 °С			
20	460	690	28
200	390	700	22
300	360	670	22
400	310	540	24

Предел выносливости [84]

σ_B	σ_{-1}	τ_{-1}	n
МПа			
690	362	240	10^6

Ударная вязкость, КСУ, Дж/см² [89]

Температура, °С			Термообработка
+20	—25	—70	
101	69	48	Закалка 860 °С, масло. Отпуск 580 °С

$\sigma_{1/10000}^{425} = 123$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{540} = 20$ МПа [140].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, ЭПС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТС — рекомендуется последующая термообработка.

Обработываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 163 и $\sigma_B = 610$ МПа $K_{\text{в.ст}} = 0,95$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Прокаливаемость

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	18	
44,5— 55	42,5— 54	40,5— 53,5	36,5— 53	32— 51,5	29— 48,5	28— 45,5	25— 43,5	23— 40,5	20— 36	Твердость для полос прокаливаемости, HRC _c

Термообработка	Количество мартенсита, %	Критический диаметр в масле, мм [50]
Закалка	50	15—25

Сталь 38ХА

Заменитель — стали: 40Х, 35Х, 40ХН.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 21729—76.

Назначение — червяки, зубчатые колеса, шестерни, валы, оси, ответственные болты и другие улучшаемые детали.

Температура критических точек, °С [138]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁	Mn
740	780	730	693	250

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,35—0,42	0,17—0,37	0,50—0,80	0,80—1,10	0,025	0,025	0,30	0,30

Механические свойства (ГОСТ 4543—71)

Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
		МПа		%		
		не менее				
Пруток. Закалка 860 °С, масло. От- пуск 550 °С, вода или масло	25	780	930	12	50	88

Механические свойства в зависимости от сечения [142]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Поковки. Закалка 850 °С, масло, Отпуск 560 °С, воздух

100	540	690	15	45	59	240—280
100—200	490	660	13	40	54	230—270
200—300	440	640	14	40	54	230—260

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [2]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
Закалка 850 °C, вода						
400	1220	1310	7	38	54	380
500	930	1030	12	47	108	320
600	710	830	17	63	167	260

Механические свойства в зависимости от температуры испытаний [84]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
Пруток диаметром 28—55 мм, Закалка 850 °С, масло, Отпуск 550 °С, 3 ч						
20	790	940	13	55	83	285—302
300	680	880	17	58	—	—
400	610	690	18	68	98	—
500	430	490	21	80	78	—

Пруток диаметром 28—55 мм. Закалка 830 °C, масло, Отпуск 680 °C, 3 ч [77]

20	570	700	26	60	216	207—217
400	430	590	19	71	211	—
500	360	420	24	79	132	—
600	210	245	32	89	—	—

Пруток диаметром 25 мм. Закалка 860 °C, масло, Отпуск 550 °C [71]

—20	900	1040	18	58	—	—
—40	930	1100	18	55	78	—
—70	1000	1120	18	55	59	—

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
333	$\sigma_B = 690$ МПа. Закалка. Отпуск [81] $\sigma_{0,2} = 830$ МПа, $\sigma_B = 980$ МПа, НВ 241 [87] $\sigma_B = 870$ МПа [51]
392	
372	

$\sigma_{1/1000}^{425} = 124$ МПа, $\sigma_{1/1000}^{450} = 88$ МПа, $\sigma_{1/1000}^{540} = 59$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{540} = 25$ МПа [2].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1240, конца 780 [138].

Свариваемость — трудносвариваемая, рекомендуется сварка плавлением с предварительным подогревом и последующей термообработкой.

Обрабатываемость резанием — $\sigma_B = 930$ МПа, $K_{\text{в.ст}} = 0,8$, $K_{\text{тв.спл}} = 0,7$.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна [81].

Прокаливаемость [51]

Расстояние от торца, мм									Примечание
2,5	5	7,5	10	12,5	15	20	25	35	
51,5— 60	49,5— 59	44,5— 57,5	37,0— 54,5	34,5— 51	32,5— 47,5	31— 42,5	30— 39	28— 37,5	Твердость для полос прокали- ваемости, HRC _a

Сталь 40X

Заменитель — стали: 45X, 38XA, 40XH, 40XS, 40XF, 40XP.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 1577—81, ГОСТ 82—70. Поковки ГОСТ 8479—70 Трубы ГОСТ 8731—87, ГОСТ 8733—87, ГОСТ 13663—68.

Назначение — ося, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, зубчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Температура критических точек, °C [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁	Мн [105]
743	815	730	693	325

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
				не более			
0,36—0,44	0,17—0,37	0,50—0,80	0,80—1,10	0,30	0,30	0,035	0,035

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ	
				МПа		%			не менее	не более
4543—71	Пруток. Закалка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С, вода или масло	25	—	780	980	10	45	59	—	

ГОСТ	Состояние по- ставки, режим термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см	НВ	
				МПа		%			не менее	не более
8479—70	Поковки: нормализация	500—800	245	245	470	15	30	34	143—179	
		300—500	275	275	530	15	32	29	156—197	
	закалка, от- пуск	500—800	275	275	530	13	30	29	156—197	
	нормализация	До 100 100—300	315	315	570	17 14	38 35	39 34	167—207	
	закалка, от- пуск	300—500 500—800	315	315	570	12 11	30 30	29 29	167—207	
	нормализация закалка, от- пуск	До 100 100—300 300—500	345	345	590	18 17 14	45 40 38	59 54 49	174—217	
		До 100 100—300 300—500		395	395	615	17 15 13	45 40 35		59 54 49
		До 100 100—300	440	440	635	16 14	45 40	59 54	197—235	
		До 100 100—300	490	490	655	16 13	45 40	59 54	212—248	

Механические свойства в зависимости от сечения [83]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см	НВ
	МПа		%			
Закалка 840—860 °С, вода, масло. Отпуск 580—650 °С, вода, воздух						
101—200	490	655	15	45	59	212—248
201—300	440	635	14	40	54	197—235
301—500	345	590	14	38	49	174—217

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [81]

Закалка 850 °С, вода

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	f_g	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
200	1560	1760	8	35	29	552
300	1390	1610	8	35	20	498
400	1180	1320	9	40	49	417
500	910	1150	11	49	69	326
600	720	860	14	60	147	265

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 830 °С, масло, Отпуск 550 °С

200	700	880	15	42	118
300	680	870	17	58	—
400	610	690	18	68	98
500	430	490	21	80	78

Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм кованный и отожженный,
Скорость деформирования 5 мм/мин, скорость деформации 0,002 1/с

700	140	175	33	78	—
800	54	98	59	98	—
900	41	69	65	100	—
1000	24	43	68	100	—
1100	11	26	68	100	—
1200	11	24	70	100	—

Предел выносливости [2, 127, 130]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n	Состояние стали
363	—	10^5	$\sigma_B = 690$ МПа
470	—	10^6	$\sigma_B = 940$ МПа
509	—	—	$\sigma_{0,2} = 870$ МПа, $\sigma_B = 960$ МПа
333	240	$5 \cdot 10^6$	$\sigma_B = 690$ МПа
372	—	—	Закалка 860 °С, масло, отпуск 550 °С

Ударная вязкость, КСУ, Дж/см² [28]

Температура °С				Термообработка
+20	-25	-40	-70	
160	148	107	85	Закалка 850 °С, масло, отпуск 650 °С
91	82	—	54	Закалка 850 °С, масло, отпуск 580 °С

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС, ЭШС. Необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС — необходима последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 163—168, $\sigma_B = 610$ МПа, K_{VT} , спл = 1,20, K_{VB} , ст = 0,95.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71)

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	4,5	6	7,5	10,5	13,5	16,5	19,5	24	30	Закалка 850 °С
50,5—60,5	48—59	45—57,5	39,5—57	35—53,5	31,5—50,5	28,5—46	27—42,5	24,5—39,5	22—37,5	Твердость для полос прокаливаемости, HRC ₉
Термообработка		Количество мартенсита, %		Критическая твердость HRC ₉		Критический диаметр, мм				
						в воде		в масле		
Закалка		50		43—46		38—76		16—48		
		90		49—53		23—58		6—35		

Сталь 45Х

Заменитель — стали: 40Х, 50Х, 45ХЦ, 40ХГТ, 40ХФ, 40Х2АФЕ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 10702—78. Калиброванный пруткок ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — валы, шестерни, оси, болты, шатуны и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной твердости, износостойкости, прочности и работающие при незначительных ударных нагрузках.

Температура критических точек, °С [84]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	γ ₂ (Ag _c m)	Ag ₁	Mn [105]
735	770	690	660	355

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,41—0,49	0,17—0,37	0,50—0,80	0,80—1,10	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние постав- ки, режимы термо- обработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 840 °С, масло. Отпуск 520 °С, вода или масло	25	—	830	1030	9	45	49	—
8479—70	Поковки: нормализация	До 100	315	315	570	17	38	39	167—207
		300—500		315	570	12	30	29	167—207
		500—800		315	570	11	30	29	167—207
	закалка, от- пуск	500—800	315	315	570	11	30	29	167—207
	нормализация	До 100	345	345	590	18	45	59	174—217
		100—300		345	590	17	40	54	174—217
		300—500		345	590	14	38	49	174—217
	закалка, от- пуск	500—800	395	345	590	12	33	39	174—217
		100—300		395	615	15	40	54	187—229
		300—500		395	615	13	35	49	187—229
		100—300	440	440	635	14	40	54	197—235
		300—500		440	635	13	35	49	197—235
		До 100	490	490	655	16	45	59	212—248
		100—300		490	655	13	40	54	212—248
		100—300	540	540	685	13	40	49	223—262
		До 100	590	590	735	14	45	59	235—277
	До 100	640	640	785	13	42	59	248—293	

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [84, 118]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа		%		
Пруток диаметром 25 мм. Закалка 830 °С, масло					
300	1490	1710	10	27	500
400	1270	1490	12	37	450
500	1130	1240	17	50	375
600	880	1030	21	60	300
Пруток диаметром 50 мм. Закалка 820 °С, масло					
400	1490	1600	4	40	—
500	1080	1190	10	52	—
600	540	640	20	60	—

Предел выносливости [51, 84, 149, 161]

σ_{-1} , МПа	n	Состояние стали
343	—	$\sigma_{0.2} = 830$ МПа, $\sigma_B = 980$ МПа, НВ 285
380	—	$\sigma_{0.2} = 550$ МПа, $\sigma_B = 780$ МПа, НВ 217
774	10^6	$\sigma_B = 1590$ МПа
588	$5 \cdot 10^6$	$\sigma_B = 1150$ МПа
588	—	Закалка 830 °С, масло, отпуск 575 °С

$$\sigma_{1/1000}^{450} = 88 \text{ МПа [140].}$$

Ударная вязкость, КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С		
+20	—40	—80
55	51	39

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 780. Заготовки сечением до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—300 мм — в мульдe.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС — необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС — необходима последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 163—168, $\sigma_B = 610$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 1,20$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,95$.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71)

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	4,5	7,5	9	12	13,5	16,5	19,5	24	33	
54— 60	51,5— 58,5	47,5— 57	45— 55	39,5— 52,5	37,5— 47	34,5— 43,5	31,5— 42	28,5— 39,5	24,5— 34,5	Твердость для полос прокали- ваемости, HRC ₉
Количество мартенсита, %					Критический диаметр, мм [51]					
					в воде			в масле		
50					33—60			20—38		
95					21—36			12—14		

Сталь 50Х

Заменитель — стали: 40Х, 45Х, 50ХН, 50ХФА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73 Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76 Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — валы, шпиндели, установочные винты, крупные зубчатые колеса, редукторные валы, упорные кольца, валки горячей прокатки и другие улучшаемые детали, к которым предъявляются требования повышенной твердости, износостойкости, прочности и работающие при незначительных ударных нагрузках.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ag ₁	M _n [2]
720	770	693	660	250

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,46—0,54	0,17—0,37	0,50—0,80	0,80—1,10	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние постав- ки, режимы термо- обработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB (HRC ₀), не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закал- ка 830 °С, масло. Отпуск 520 °С, вода или масло	25	—	880	1080	9	40	39	—
8479—70	Поковки. Норма- лизация	До 100	345	345	590	18	45	59	174—217
		100—300				17	40	54	
		300—500				14	38	49	
		500—800				12	38	39	
	Поковки. Закал- ка. Отпуск	100—300	540	540	685	13	40	49	223—262
100—300		590	590	735	13	40	49	235—277	
До 100		640	640	785	13	42	59	248—293	

ГОСТ	Состояние постав- ки, режимы термо обработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ (HRC ₉), не более
				МПа		%			
				не менее					
—	Пруток. Закалка 830 °С, масло, отпуск 190 °С	25	—	1270	1470	6	22	29	(46)
	Пруток. Закалка 820 °С, масло. Отпуск 650 °С	80	—	760	980	10	45	59	—

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5 (\delta_{10})$	ψ	KCU, Дж/см ²	HВ
	МПа		%			
Пруток диаметром 25 мм, Закалка 820 °С, масло [118]						
300	1670	1810	10	30	—	520
400	1520	1670	13	40	—	470
500	1270	1420	17	52	—	400
600	1030	1180	21	60	—	320
Пруток диаметром 50 мм Закалка 820 °С, масло После отпуска охлаждение в масле [84]						
400	1520	1620	(4)	39	49	—
500	1180	1270	(9)	50	147	—
600	540	850	(17)	61	—	—

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
696 588	Закалка 830 °С, масло. Отпуск 190 °С, $\sigma_B = 1550$ МПа [81] $\sigma_B = 1150$ МПа [2]

Механические свойства при повышенных температурах [84]

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_{10}	ψ
		%	
Образец диаметром 10 мм, длиной 100 мм, Закалка 820—840 °С, масло. Отпуск 600—650 °С, воздух			
800	87	21	37
900	43	14	23
1000	25	16	20
1100	21	35	61

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 770. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, сечения 101—300 мм — в мульдe.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС — необходимы подогрев и последующая термообработка, КТС — необходима последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 207 $\sigma_B = 630$ МПа, $K_{отв\text{ спл}} = 0,85$, $K_{обст} = 0,80$.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость [81, 69]

Закалка 840 °С, Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	6	7,5	9	12	15	24	36
59,5— 67,5	59— 67,5	58—67	56—66	52—65	46,5— 63	38—60	34,5— 56	29,5— 47	26— 40,5
Количество мартеиснта, %		Критическая твердость HRC ₉		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50		46—49		52—90			27—58		
90		53—57		38—75			16—46		

Сталь 15Г

Заменитель — сталь 20Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 10702—78 Калиброванный пруткок ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70, ГОСТ 4543—71. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — после улучшения — заклепки ответственного назначения; после цементации или цианирования — поршневые пальцы, фрикционные диски, пальцы рессор, кулачковые валики, болты, гайки, винты, шестерни, червяки и другие детали с высокой твердостью и износостойкостью поверхности; без термообработки — сварные подмоторные рамы, башмаки, косынки, штуцера, втулки.

Температура критических точек, °С [173]

A _{с1}	A _{с3} (A _{сm})	A _{г3} (A _{гm})	A _{г1}
735	863	840	685

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
			не более				
0,12—0,19	0,17—0,37	0,70—1,00	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

Механические свойства (ГОСТ 4543—71)

Состояние поставки	Сеченне, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
		МПа		%	
		не менее			
Пруток. Нормализация 880 °С, воздух	25	245	410	26	55

Твердость после химико-термической обработки [51]

Режим химико-термообработки	HRC ₉ поверхности
Цементация 920—950 °С. Закалка 810—830 °С, вода или масло. Отпуск 180—200 °С, воздух	57—63
Цианирование 840—860 °С. Закалка 820—840 °С, вода или масло. Отпуск 180—200 °С, воздух	

Механические свойства в зависимости от сечения [140]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 890 °С, вода. Отпуск 425 °С, масло					
19	870	940	6	67	66
60	435	560	17	78	117
Закалка 890 °С, вода. Отпуск 450 °С, масло					
19	790	870	8	67	112
60	415	560	17	72	118

При $\sigma_B = 490$ МПа, $\sigma_{0,2} = 280$ МПа предел выносливости $\sigma_{-1} = 230$ МПа [140].

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [140]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Заготовки диаметром 23 мм. Нормализация 900 °C. Закалка 890 °C, вода, охлаждение после отпуска в масле					
400	930	980	5	65	59
450	780	870	8	70	108
550	640	700	12	78	118

Ударная вязкость при -20°C (ГОСТ 1577—81)

КСУ, Дж/см ²	Состояние поставки
29	Листы толщиной до 80 мм, нормализованные и горячекатаные

$$\sigma_{1/10000}^{400} = 127 \text{ МПа}, \sigma_{1/10000}^{500} = 34 \text{ МПа} [140].$$

Технологические свойства

Температураковки, $^{\circ}\text{C}$: начала 1200, конца 825. Охлаждение на воздухе.

Свариваемость — свариваемость хорошая.

Обработываемость резанием — при HB 163, $K_{\text{в тв. спл}} = 1,6$ [101],
 $K_{\text{в б. ст}} = 1,6$ после отжига.

Флокеночувствительность — не чувствительна [81].

Склонность к отпусковой хрупкости — не склонна [140].

Прокаливаемость [140]

Расстояние от торца, мм							Примечание. Цементация 915°C , 8 ч. Закалка маслом. Торцовая закалка 800°C
1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	
65,5	61,5	50	45,5	44,5	43,5	43,5	Твердость для полос прокаливаемости, HRC ₉

Сталь 35Г

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71. Калиброванный пруток ГОСТ 4543—71. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 4543—71. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70.

Назначение — тяги, оси, серьги, траверсы, рычаги, муфты, валы, звездочки, цилиндры, диски, шпиндели, соединительные муфты паровых турбин, болты, гайки, винты и другие детали, к которым предъявляются требования невысокой прочности.

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,32—0,40	0,17—0,37	0,70—1,00	0,30	0,30	0,30	0,035	0,035

Механические свойства (ГОСТ 4543—71)

Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ, не более
		МПа		%			
		не менее					
Сталь отожженная или высокоотпущенная	Св. 5	—	—	—	—	—	207
Сталь нагартованная							269
Пруток. Закалка 860 °С, вода или воздух. Отпуск 600 °С, воздух	25	340	570	18	45	70	—
Нормализация 850—870 °С. Отпуск 600—630 °С	До 700 *	310	600—720	19	40	40	187—217

* — место вырезки продольного образца 1/3R

* — место вырезки продольного образца 1/3R

Технологические свойства [83]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800.

Флокеночувствительность — низкая

Склонность к отпусковой хрупкости — малосклонна.

Сталь 20Г

Заменитель — стали: 20, 30Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78, ГОСТ 1051—53. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 4543—71.

Назначение — после улучшения — заклепки ответственного назначения; после цементации или цианирования — поршневые пальцы, фрикционные диски, пальцы рессор, кулачковые валики, болты, гайки, шестерни, червяки и другие детали с высокой твердостью и износостойкостью поверхности. Без термообработки — сварные подмоторные рамы, башмаки, косынки.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁	Mn [105]
723	830	830	680	420

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
			не более				
0,17—0,24	0,17—0,37	0,70—1,00	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

Механические свойства (ГОСТ 4543—71), [142, 162]

Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₉), не более
		МПа		%			
		не менее					
Пруток. Нормализация 880 °С, воздух	25	275	450	24	50	—	—
Поковка. Нормализация 900 °С, воздух. Отпуск 610 °С, воздух	650	235	430	24	—	39	126—163
Цементация 900—920° С воздух. Закалка 780— 800 °С, масло. Отпуск 180—200 °С, воздух	—	325—370	540—590	16	40	—	Сердцевина 146—163 поверх- ности (57—63)

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [84]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
Закалка 890 °C, вода. Отпуск 400—600 °C, масло					
400	920	980	6	67	59
500	700	780	12	74	128
600	540	640	15	79	127

Ударная вязкость КСУ, Дж/см²

Температура, °С					Состояние поставки и термообработка
+20	0	—20	—40	—60	
169	139	139	122	113—118	Закалка 890 °С, вода. Отпуск 650 °С
—	—	Св. 29	—	—	Лист нормализованный и горячека- танный (ГОСТ 1577—81)

Механические свойства в зависимости от сечения [84]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 890 °С, вода. Отпуск 450 °С, масло					
20	390	450	8	67	103
40	300	360	12	74	108
60	210	270	16	78	122

Предел выносливости [162]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
230	$\sigma_{0,2} = 270$ МПа, $\sigma_B = 450$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1260, конца 750. Сечение до 600 мм, отжиг с перекристаллизацией (или нормализация), одно переохлаждение, отпуск.

Свариваемость — сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, КТС без ограничений.

Обрабатываемость резанием — в нормализованном состоянии при НВ 143—187 K_v тв. спл = 1,00, K_v б. ст = 0,95.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Прокаливаемость [44]

Термообработка	Критическая твердость, HRC ₃	Критический диаметр в воде, мм
Закалка 900 °С, вода	38	8

Сталь 30Г

Заменитель — стали: 35, 40Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 4543—71, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 4543—71.

Назначение — улучшаемые детали, к которым предъявляются требования невысокой прочности: тяги, оси, цилиндры, диски, болты, гайки, винты и другие.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _m)	Ar ₁	Мн [162]
723	810	785	680	870

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

С	Si	Mn	Р	С	Сu	Ni	Cr
			не более				
0,27—0,35	0,17—0,37	0,70—1,0	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термо- обработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₃
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток. Закалка 860 °С, вода. Отпуск 600 °С, воздух	25	315	540	20	45	78	—
[82]	Лента. Закалка 810— 820 °С, Отпуск 400 °С, воздух	3	—	1130	6—7	—	—	>37

Механические свойства в зависимости от сечения [84]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		

Закалка 840 °С, вода. Отпуск 550 °С

40	Ц	540	710	25	—	137
	К	590	740	22	65	157
80	Ц	490	650	24	—	108
	К	560	730	21	64	157
120	Ц	490	600	22	—	98
	К	540	710	21	63	147
160	Ц	490	590	23	—	88
	К	530	700	22	63	137
200	Ц	450	600	27	63	98

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [140]

Температу- ра отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Пруток сечением 70 мм. Закалка 850 °С, масло

300	540	780	20	45	39
400	540	760	20	52	29
500	490	700	21	59	49
600	440	640	25	69	117

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [140]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Нормализация 900 °С, воздух. Отпуск 680—710 °С					
—20	370	710	20	32	136
20	330	630	29	46	145
100	305	590	21	41	200

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С			Термообработка
+20	—20	—70	
98	34	16	Нормализация 870 °С, воздух

$\sigma_{1/100000}^{450} = 88$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{580} = 36$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{450} = 86$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{550} = 22$ МПа [2].

Предел выносливости [81, 82, 84, 140]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n	Состояние стали и термообработка
353	216	—	Закалка 840 °С, вода. Отпуск 500—550 °С $\sigma_B = 490$ МПа $\sigma_B = 580$ МПа Закалка 790 °С, вода. Отпуск 600 °С $\sigma_{0,2} = 650$ МПа, $\sigma_B = 820$ МПа
265	—	$5 \cdot 10^6$	
235	—	$5 \cdot 10^6$	
412	—	—	

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800. Заготовки сечением до 400 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТС без ограничений.

Обработываемость резанием — в нормализованном состоянии при НВ 149—197 K_p тв. едл = 1,0, K_p б. ст = 0,8.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна при 1,0 % Мп.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Прокаливаемость [81]

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	3	4,5	6	9	12	15	21	30	36	
54	48,5	40,5	35,5	32	30	28	25	22	20,5	Закалка 810 °С
										Твердость для полос прокаливаемости, HRC ₉

Сталь 40Г

Заменитель — стали: 45, 40Х.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прут ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прут и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77, ГОСТ 10702—78. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71.

Назначение — оси, коленчатые валы, шестерни, штоки, бабдажи, детали арматуры, шатуны, звездочки, распределительные валики, головки плунжеров и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁
723	785	770	680

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
			не более				
0,37—0,45	0,17—0,37	0,70—1,00	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

Механические свойства

Источники	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₂ , не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток. Закалка 860 °С, вода. Отпуск 600 °С, воздух	25	350	590	17	45	59	—
[81]	Закалка 830—850 °С, вода. Отпуск 180—200 °С, воздух	—	Не определяются					43—49

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Прутки сечением 35 мм Закалка 800 °С, вода [24]

300	860	1120	10	30	39
400	780	1010	10	43	59
500	680	880	15	54	108
600	530	740	20	63	137
700	430	630	35	70	157

Прутки сечением 35 мм Закалка 850 °С, масло [140]

300	570	760	14	50	68
400	550	760	16	51	73
500	510	720	18	51	73
600	440	680	22	55	98
700	320	580	30	66	78

Прутки сечением 70 мм. Закалка 800 °С, вода

300	580	880	14	46	39
400	570	850	15	47	39
500	540	790	19	55	93
600	500	730	23	60	157
700	430	620	27	70	137

Прутки сечением 70 мм. Закалка 850 °С, масло

300	570	840	15	48	59
400	550	800	17	49	68
500	510	780	18	50	68
600	440	680	24	55	98
700	390	590	30	66	117

Механические свойства в зависимости от сечения [140]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		

Закалка 840 °С, вода, Отпуск 550 °С, воздух

50	Ц	570	820	20	49	88
	К	590	820	20	51	88
100	Ц	490	790	22	50	68
	К	540	810	19	53	68
200	Ц	480	760	24	50	59
	К	530	790	15	52	68

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С				Состояние стали
20	—20	—40	—60	
69	70	53	29	Горячекатаное состояние Отжиг Закалка, отпуск
44	10	7	—	
173	137	117	82	

$\sigma_{1/100000}^{400} = 103$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{450} = 115$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{450} = 78$ МПа, $\sigma_{1/1000}^{450} = 165$ МПа [140],

Предел выносливости [140]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали и термообработка
515	Закалка 800 °С, вода. Отпуск 380 °С, 1 ч, воздух $\sigma_{0,2} = 1120$ МПа, $\sigma_B = 1160$ МПа
402	Закалка 800 °С, вода. Отпуск 515 °С, 1 ч, воздух $\sigma_{0,2} = 790$ МПа, $\sigma_B = 890$ МПа
367	Закалка 800 °С, вода. Отпуск 570 °С, 1 ч, воздух $\sigma_{0,2} = 660$ МПа, $\sigma_B = 790$ МПа
328	Закалка 800 °С, вода. Отпуск 650 °С, 1 ч, воздух $\sigma_{0,2} = 630$ МПа, $\sigma_B = 710$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800. Заготовки сечением до 400 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка, КТС без ограничений.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Обработываемость резанием — в нормализованном состоянии при НВ 174—207 K_v тв.спл = 0,95, K_v б.ст = 0,70.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Прокаливаемость [69, 140]

Закалка 840 °С. Твердость полос прокаливаемости, HRC₂

Расстояние от торца, мм								
1,5	3	4,5	6	7,5	9	12	16	18
50,5—59	47,5— 57,5	41,5—54	32—49,5	27—41,5	24—35	20,5— 29,5	27,5	26

Количество мартенсита, %	Критическая твердость, HRC ₃	Критический диаметр, мм	
		в воде	в масле
50	43—46	23—27	6—14
90	48—53	15—23	4—6

Сталь 45Г

Заменитель — стали: 40Г, 50Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77, ГОСТ 10702—78. Полоса ГОСТ 4543—71, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71.

Назначение — коленчатые валы, шатуны, оси, карданные валы, тормозные рычаги, диски трения, зубчатые колеса, шлицевые и шестеренные валы, анкерные болты.

Температура критических точек, °C [119]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁
715	735	710	635

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
			не более				
0,42—0,50	0,17—0,37	0,70—1,00	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KV ₂ , Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток, Закалка 850 °С, масло Отпуск 600 °С, воздух	25	370	620	15	40	49	—

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
[119]	Отжиг: нагрев до 780 °С со скоростью 340 град/ч, выдержка, охлаждение с печью со скоростью 40 град/ч.	—	390	650	23	50	43	179
	Нормализация 810 °С, воздух	—	460	730	21	57	55	228

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta, (\delta_5)$	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			

Прутки сечением 25 мм. Закалка 790 °С, вода [119]

375	1230	1310	9	42	14	418
450	1120	1210	11	48	39	340
525	900	1000	13	51	59	302

Прутки сечением 25 мм. Закалка 810 °С, масло [119]

375	—	1280	8	40	17	351
525	810	950	14	52	68	269

Прутки сечением 35 мм. Закалка 850 °С, масло [140]

300	600	880	(16)	50	39	—
400	580	880	(16)	50	49	—
500	580	870	(18)	51	49	—
600	500	780	(22)	57	68	—

Механические свойства в зависимости от сечения заготовки [130]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 840 °С, вода. Отпуск 570 °С, воздух

30	550	800	18	55	78
50	490	760	18	55	68
120	450	740	16	50	59
200	430	740	16	45	59
240	430	740	16	45	59

Механические свойства при повышенных температурах [140]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,05}$	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ
	МПа			%	

Нормализация 830 °С (крупнозернистая структура)

200	340	370	760	10	22
300	245	285	740	20	35
400	215	265	590	20	47
500	170	220	520	37	52

Отжиг (мелкозернистая структура)

200	—	570	810	15	40
300	—	460	780	25	52
400	—	375	640	25	55
500	—	255	450	45	60

Предел выносливости [140]

$\sigma_{0,2}$	σ_B	σ_{-1}
МПа		
375	670	418
690	770	409

Технологические свойства [162]

Температураковки, °С: начала 1190, конца 820.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки АДС. Рекомендуется предварительный подогрев и последующая термообработка.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна [119].

Прокаливаемость [69]

Термообработка	Количество мартенсита, %	Критическая твердость, HRC ₃	Критический диаметр, мм	
			в воде	в масле
Закалка	50	45—49	30—50	10—25
	90	52—55	25—42	8—20

Сталь 50Г

Заменитель — стали: 40Г, 50.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Лента ГОСТ 2283—79. Полоса ГОСТ 4543—71, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71.

Назначение — диски трения, валы, шестерни, шлицевые валы, шатуны, распределительные валики, втулки подшипников, кривошипы, шпиндели, ободы маховиков, коленвалы дизелей и газовых двигателей и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и износостойкости.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag _s (Ag _{cm})	Ag ₁	Mn [102]
723	760	740	680	320

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
			не более				
0,48—0,56	0,17—0,37	0,70—1,00	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 (δ_L), %
			МПа		
			не менее		
4543—71	Пруток. Закалка 850 °С, мас- ло. Отпуск 600 °С, воздух	25	390	650	13
2283—79	Лента холоднокатаная отож- женная То же, высшей категории ка- чества	0,1—1,5	—	До 650	(15)
		0,1—4,0	—	До 650	(18)

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ² *
		МПа		%		
Закалка 840 °С, вода. Отпуск 560—580 °С, воздух						
30	Ц	550	800	18	55	78
50	Ц	490	760	18	55	68

Продолжение табл.

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_s	ψ	КСУ, Дж/см²
		МПа		%		
80	Ц	470	740	18	50	59
120	Ц 1/2R К	450	740	16	50	59
		470	760	—	—	—
		510	800	—	—	—
160	Ц 1/2R К	430	740	16	45	59
		470	760	—	—	—
		510	800	—	—	—
240	Ц 1/2R К	430	740	16	45	59
		450	760	—	—	—
		490	780	—	—	—

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [130]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
Закалка 840 °C, вода						
540	740	880	17	50	98	260
580	680	810	18	52	108	235
620	600	750	22	56	118	220

Механические свойства при повышенных температурах [140]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,05}$	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ
	МПа			%	
Нормализация 830 °С, воздух (крупнозернистая структура)					
200	345	370	760	10	22
300	245	285	740	20	35
400	215	260	590	20	47
500	175	220	520	37	52
Отжиг (мелкозернистая структура)					
200	—	570	810	15	40
300	—	460	780	25	52
400	—	375	640	25	55
500	—	255	450	45	60

Предел выносливости [82, 130]

σ_{-1} , МПа	n	Термообработка
417 353 333	10^6 $5 \cdot 10^5$ 10^5	— — Закалка 840 °С, масло. Отпуск 600 °С. $\sigma_B = 660$ МПа

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С			Термообработка
—20	—40	—50	
63	47	39	Закалка 840 °С, отпуск 560—580 °С, $\sigma_B = 800$ МПа

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1250, конца 780. Заготовка сечением до 400 мм охлаждается на воздухе.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС — необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС без ограничений.

Обработываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при HB 202 и $\sigma_B = 710$ МПа $K_{в\text{тв.спл}} = 0,90$.

Склонность к отпускной хрупкости — склона при 1,0 % Мп.

Флохеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [69, 81]

Закалка 840 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	6	7,5	9	12	15	18	24
54—62	49,5— 59	43,5— 56	35,5— 51,5	31— 45,5	29—40	25— 35,5	23— 33,5	21,5— 32	20—31
Количество мартенсита, %		Критическая твердость, HRC ₉		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50 90		48—51 54—57		23—33 25			6—12 8		

Сталь 10Г2

Заменитель — сталь 09Г2.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Лист толстый

ГОСТ 19903—74, ГОСТ 1577—81, Полоса ГОСТ 4543—71, ГОСТ 103—76, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 8479—70, ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 8731—87, ГОСТ 8732—78, ГОСТ 8733—87, ГОСТ 8734—75, ГОСТ 550—75, ГОСТ 21729—76.

Назначение — крепежные и другие детали, работающие при температуре от —70 °С под давлением.

Температура критических точек, °С [84]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _{cm})	Ag ₁
720	830	710	620

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
			не более				
0,07—0,15	0,17—0,37	1,20—1,60	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние постав- ки, режимы термо- обработки	Сечение, мм	КП	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	KCU, Дж/см²	HB, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Нормализация 920 °С	25	—	245	420	22	50	—	—
8479—70	Поковки. Нормализация	До 100 100—300 300—500	215	215	430 430 430	24 20 18	53 48 40	54 49 44	123—167
8731—74	Трубы бесшовные горячедеформированные, термообработанные	—	—	265	470	21	—	—	197
8733—74	Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные, термообработанные	—	—	245	420	22	—	—	197

Механические свойства при повышенных температурах [162]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ , %
	МПа		
Нормализация 900 °С, воздух			
20	265	460	31
400	225	390	27
500	175	295	—
600	115	160	36

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С			Состояние стали и термообработка
+20	-40	-70	
86—98	70—88	41—50	Лист толщиной 10 мм в состоянии поставки Отжиг 900 °С Нормализация 900 °С Закалка 900 °С. Отпуск 500 °С
280	153	117	
364	276	185	
321	304	211	

$$\sigma_{1/10000}^{425} = 137 \text{ МПа}, \sigma_{1/10000}^{485} = 69 \text{ МПа}, \sigma_{1/10000}^{550} = 26 \text{ МПа},$$

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Закалка в воду						
200	780	930	13	40	59	350
300	680	850	14	50	20	330
400	590	760	18	59	98	240
500	580	680	21	65	127	200
600	570	660	23	65	186	170

Предел выносливости [84]

σ_{-1} , МПа	Сталь после нормализации 880 °С
221	$\sigma_B = 530 \text{ МПа}$
289	$\sigma_B = 590 \text{ МПа}$

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800—780. Заготовки сечением до 100 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС.

Склонность к отпусной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Сталь 35Г2

Заменитель — сталь 40Х.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 19903—74, ГОСТ 1577—81. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 32—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — валы, полуоси, цапфы, рычаги сцепления, вилки, фланцы, коленчатые валы, шатуны, болты, кольца, кожухи, шестерни и другие детали, применяемые в различных отраслях машиностроения, к которым предъявляются требования повышенной износоустойчивости.

Температура критических точек, °С [82, 105]

Ac ₁	Ac ₃ (Acm)	Ar ₃ (Arcm)	Ar ₁	Mn
718	804	727	677	340

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni
			не более				
0,31—0,39	0,17—0,37	1,40—1,80	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние постав- ки, режимы термо- обработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_p	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток, Закал- ка 870 °С, масло, Отпуск 650 °С, воздух	25	—	365	620	18	40	—	—
ГОСТ 8479—70	Поковки, Нормализация 860 °С, воздух	100— 300	275	275	530	17	38	34	поверх- ности 156—197

Источник	Состояние постав- ки, режимы термо- обработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
[82]	Нормализация 840—870 °С, воз- дух. Отпуск 600—650 °С, воз- дух	100— 300	—	295	580	18	43	29	183—241
[190]	Отжиг: нагрев до 775 °С со ско- ростью 250 град/ч, вы- держка, охла- ждение с печью со скоростью 40 град/ч	—	—	380	670	23	57	48	179

Механические свойства в зависимости от сечения [140, 190]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
Закалка 820 °С, вода. Отпуск 600 °С, вода							
50	Ц	590	7 0	18	57	680	220
75	Ц	540	730	18	54	59	210
	К	—	820	16	60	67	242
100	Ц	490	720	18	56	29	210
	К	660	800	16	60	41	241

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [144, 190]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Пруток сечением 25 мм. Закалка 830 °C, масло, Охлаждение после отпуска в масле						
375	—	1370	9	44	10	402
450	950	1040	12	55	29	321
525	880	980	14	60	39	286
600	670	800	18	65	88	241

Механические свойства при повышенных температурах [82]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		
Нормализация 870 °С, воздух			
200	265	570	14
300	235	580	19
400	215	490	23

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [82]

Температура, °С			Термообработка
—20	—40	—60	
49—69	39—59	24—59	Закалка 880 °С, масло. Отпуск 540 °С

$\sigma_{1/10000}^{450} = 116$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{550} = 16$ МПа [84].

Предел выносливости стали после закалки 880 °С (масло) и отпуска [84]

σ_{-1}	σ_B	$\sigma_{0,2}$	Температура отпуска, °С
МПа			
358	850	690	600
372	710	560	650
343	720	590	690
353	630	500	720

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800.

Свариваемость — РДС, необходим подогрев и последующая термообработка, КТС, требуется последующая термообработка.

Обработываемость резанием — при НВ 156—207 $K_{\text{в.тв.спл}} = 0,85$, $K_{\text{в.ст}} = 0,65$.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной крупности — склонна.

Прокаливаемость [69]

Закалка 840 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₂

Расстояние от торца, мм									
2	5	10	15	20	25	30	35	40	45
51,5—59	46,5—57	34—52,5	28—46,5	25—42	23—39	36	35	33	32,5
Количество мартен- сита, %		Критическая твердость, HRC ₂		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50		41—43		43—82			20—52		
90		47—50		28—60			9—34		

Сталь 40Г2

Заменитель — стали: 45Г2, 60Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброван-
ный пруток ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78,
ГОСТ 10702—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 4543—71,
ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки
ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71.

Назначение — оси, коленчатые валы, поршневые штоки, рычаги, распреде-
лительные валики, карданные валы, полуоси и другие детали.

Температура критических точек, °С [82]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag _s (Ag _m)	Ar ₁	Mn [105]
713	780	710	627	340

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
			не более				
0,36—0,44	0,17—0,37	1,40—1,80	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток Закалка 860 °С, масло. Отпуск 650 °С, воздух	25	380	660	12	40	—	—

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
[190]	Отжиг: нагрев до 775 °С со скоростью 250 град/ч, выдержка, охлаждение со скоростью 40 град/ч	—	380	660	23	57	48	179
[82]	Нормализация 870—925 °С, воздух. Закалка 800—830 °С, масло. Отпуск 425 °С	38	930	1100	10	40	—	331

Механические свойства в зависимости от сечения [140]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			

Закалка 820 °С, вода. Отпуск 600 °С, вода

50	Ц	590	770	18	57	68	220
75	Ц	540	730	18	54	59	210
	К	—	820	16	60	68	242
100	Ц	490	720	18	56	29	210
	К	660	800	16	60	41	241

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ (δ_{10})	ψ	KCU, Дж/см²	НВ
	МПа		%			

Прутки сечением 28 мм. Закалка 820 °С, масло [44]

250	1490	1760	(4)	19	10	500
300	1470	1620	(6)	30	10	460
400	1270	1330	(10)	50	59	400
500	980	1080	(15)	60	127	340
600	780	850	(19)	62	176	250

Прутки сечением 25 мм. Закалка 830 °С, масло. Охлаждение после отпуска в масле [119]

375	—	1390	8	44	10	402
450	950	1040	12	55	29	321
525	880	980	14	55	35	286
600	680	800	18	65	90	241

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [84]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Отжиг 900 °C, воздух, затем нагрев до 650 °C, охлаждение с печью

—20	450	800	18	40	59
100	410	740	17	40	78

Предел выносливости [140]

σ_{-1} , МПа	Термообработка
196	$\sigma_B = 720$ МПа. Закалка 850 °C, вода. Отпуск 620 °C

$\sigma_{1/10000}^{550} = 16$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{450} = 116$ МПа [44].

Технологические свойства [82]

Температураковки, °C: начала 1180—1200, конца 800—850. Охлаждение сечений больше 60 мм замедленное.

Свариваемость — трудно сваривается. РДС, необходим подогрев и последующая термообработка.

Обработываемость резанием — при НВ 201 $K_{\text{ртв. спл}} = 0,8$, $K_{\text{об. ст}} = 0,7$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [69]

Расстояние от торца, мм										
2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	Примечание
55—62	52—61,5	39,5—57,5	32—53,5	27,5—48,5	25,5—43,5	24—40,5	23,5—37,5	22,5—36,5	22—35,5	Твердость для полос прокаливаемости, HRC _э
Термообработка		Количество мартенсита, %		Критическая твердость, HRC _э		Критический диаметр, мм				
						в воде		в масле		
Закалка		50 90		43—46 48—53		48—93 38—71		24—61 16—44		

Сталь 45Г2

Заменитель — сталь 50Г2.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77.

Назначение — валы-шестерни, коленчатые и карданные валы, полусосы, червяки, крышки шатунов, шатуны, звенья конвейерных цепей и другие крупногабаритные средненагруженные детали.

Температура критических точек, °С [81, 105]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _{c_m})	Ag ₁	Mn
711	765	704	626	245

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
			не более				
0,41—0,49	0,17—0,37	1,40—1,80	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ, не более
			МПа		%		
			не менее				
ГОСТ 4543—71	Пруток. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 650 °С, воздух	25	400	680	11	40	—
[119]	Отжиг: нагрев до 780 °С со скоростью 350 град/ч, выдержка, охлаждение с печью со скоростью 40 град/ч	—	350	670	21	44	187
	Нормализация 810 °С, воздух	—	480	800	18	51	241

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			

*Пруток сечением 25 мм. Закалка 810 °С, масло.
Охлаждение после отпуска в масле [119]*

375	—	1390	7	42	10	418
450	—	1200	8	42	19	340
525	—	1040	13	47	29	302
600	810	920	15	54	49	269

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_s	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			

Пруток сечением 70 мм. Закалка 820 °С, вода [140]

300	1180	1500	6	16	29	—
400	900	1180	9	34	39	—
500	740	970	13	49	78	—
600	640	810	11	60	147	—

Пруток сечением 35 мм. Закалка 850 °С, масло [140]

300	1290	1520	5	10	10	—
400	1080	1270	6	16	10	—
500	730	1030	11	39	78	—
600	670	860	18	52	166	—

Пруток сечением 70 мм. Закалка 850 °С, масло [140]

300	610	1010	17	47	49	—
400	640	980	17	47	73	—
500	630	920	18	50	88	—
600	540	820	20	55	98	—

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Образец диаметром 10 мм и длиной 50 мм, пркатанный и отожженный

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_s	ψ
	МПа		%	
800	97	115	35	98
900	55	74	54	98
1000	35	49	59	100
1100	27	35	63	100
1200	17	26	73	100

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [40, 81]

Температура, °С			Состояние стали и термообработка
+20	—20	—40	
—	59	—	Нормализация
186	176	157	Слиток. Закалка с высоким отпуском. НВ 228—235.
24	29	24	Образец: продольный поперечный

Предел выносливости

$\sigma_{0,2}$	σ_B (НВ)	σ_{-1}
МПа		
1070	1200	598 [140]
—	1570 (НВ 507)	686 [84]
550	900 (НВ 248)	382 [40]

$\sigma_{1/100000}^{400} = 118$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{400} = 167$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{500} = 34$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{500} = 59$ МПа [2].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 750—800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, сечения 101—300 мм — в мульде.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС — необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС — необходима последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — после нормализации при НВ 229 K_{σ} тв. спл = 0,80, K_{σ} б.ст = 0,55.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Прокаливаемость [69]

Закалка 840 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	21	27
54—61	52—60,5	50—60	48,5—59	41,5—58	34,5—55	29—52,5	27—48	25,5—45,5	23—41,5
Количество мартенсита, %	Критическая твердость, HRC ₉		Критический диаметр, мм						
			в воде		в масле				
50	44—49		43—85		20—55				
90	51—55		23—64		6—38				

Сталь 50Г2

Заменитель — стали: 45Г2, 60Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4543—71, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70, ГОСТ 1133—71.

Назначение — шестерни, диски трения, шестеренные валы и другие детали, работающие на истирание.

Температура критических точек, °С [84]

A_{c1}	A_{c2} (A_{cm})	A_{r2} (A_{rcm})	A_{r1}
710	660	680	600

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
			не более				
0,46—0,55	0,17—0,37	1,40—1,80	0,035	0,035	0,30	0,30	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток. Закалка 840 °С, масло. Отпуск 650 °С, воздух	25	—	420	730	11	35	—	—
ГОСТ 8479—70	Поковки. Нормализация	До 100 100—300	315	315	570	17 14	38 35	39 34	167—207
		До 100 100—300	345	345	590	18 17	45 40	59 54	174—217
		До 100	395	395	615	17	45	59	187—229
[87]	Нормализация	80	—	510	810	10	40	—	241
[140]	Нормализация 810—830 °С, воздух. Отпуск 400—500 °С, воздух	300—500	—	350	680	12	30	—	241

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [140]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 820 °С, масло. Выдержка после отпуска 30 мин, охлаждение в масле					
400	1200	1320	5	37	68
500	980	1130	12	43	137
600	680	830	15	57	235

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 750—800. Заготовки сечением до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—200 мм — в мульде, 201—300 мм — в закрытой мульде.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Сталь 47ГТ

Заменитель — сталь 40ХГРТ [50].

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — полуоси автомобилей.

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P	Ti
			не более					
0,44—0,52	0,10—0,22	0,90—1,20	0,30	0,30	0,30	0,035	0,035	0,06—0,12

Твердость отожженной или высокоотпущенной стали по ГОСТ 4543—71 — не более НВ 255.

Механические свойства прутков при 20 °С (ГОСТ 4543—71)

Режимы термообработки	Сеченне, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
		МПа		%	
		не менее			
Нормализация 820—870 °С, воздух	25	375	620	15	40
	25	390	640	12	30

Твердость полуосей автомобиля ЗИЛ-130 после поверхностной заделки [50]

Режим термообработки	Твердость, HRC ₃	Глубина прокаливаемости, мм
Закалка 900 °С, выдержка 70 с. Отпуск 250 °С, выдержка 90 мин	53—56	7—7,5

Сталь 18ХГТ

Заменитель — стали: 30ХГТ, 25ХГТ, 12ХН3А, 12Х2Н4А, 20ХН2М, 14ХГСН2МА, 20ХГР.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77, Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — улучшаемые или цементуемые детали ответственного назначения, от которых требуется повышенная прочность и вязкость сердцевины, а также высокая поверхностная твердость, работающие под действием ударных нагрузок.

Температура критических точек, °С [81, 105]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar _s (Arc _m)	Ar ₁	M _n
740	825	730	650	360

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	Ti	P	S	Cu	Ni
					не более			
0,17—0,23	0,17—0,37	0,80—1,10	1,00—1,30	0,03—0,09	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние постав- ки, режимы термо- обработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ (HRC _э), не более	
			МПа		%			KCU, Дж/см²
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Нормализация 880—950 °С. За- калка 870 °С, мас- ло. Отпуск 200 °С, воздух или вода	Образ- цы	880	980	9	50	78	—

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HВ (HRC ₉), не более
			МПа		%			
			не менее					
ОСТ 23.4.125—77	Нормализация 930—960 °С. Цементация 930—950 °С. Закалка 825—840 °С, масло. Отпуск 180—200 °С	—	360	640	—	—	—	157—207
		50	800	1000	9	—	—	Сердцевина 285 Поверхность (57—63)
[81]	Цементация 920—950 °С, воздух. Закалка 820—860 °С, масло. Отпуск 180—200 °С, воздух	20	930	1180	10	50	78	Сердцевина 341 Поверхность (53—63)
		60	780	980	9	50	78	Сердцевина 240—300 Поверхность (57—63)

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 850 °С, масло. Отпуск 200 °С, воздух						
5	1320	1520	12	50	72	—
15	930	1180	13	50	78	38
20	730	980	15	55	113	30
25	690	980	19	50	93	28

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [114]

Температура отпуска °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 880 °C, масло						
200	1150	1370	11	57	98	41
300	1150	1330	10	57	78	41
400	1150	1210	9	57	78	40
500	950	940	15	66	144	32
600	720	780	20	73	216	22

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta, (\delta_4)$	ψ
	МПа		%	

Нормализация [82]

20	420 (HB 156)	520	(26)	77
200	360	460	(24)	78
300	310	465	(24)	68
400	300	470	(29)	75
500	300	410	(27)	76
600	240	325	(45)	86

Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, кованный и нормализованный.
Скорость деформирования 50 мм/мин. Скорость деформации 0,03 1/с [81]

700	205	235	46	88
800	76	135	51	94
900	54	95	55	96
1000	50	78	58	100
1100	25	43	61	100
1200	13	25	56	100

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n	Состояние стали и термообработка
490	294	—	Образец сечением 50 мм, $\sigma_{0,2} = 780$ МПа, $\sigma_B = 980$ МПа, HB 240—300 Цементация 960 °С, закалка 840 °С, масло, отпуск 180—200 °С, HB 240—300 Нормализация 1100 °С, подстуживание до 870 °С, закалка в масле, отпуск 200 °С, HB 415
637	—	10^6	
—	430	$5 \cdot 10^6$	

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [84]

Температура, °С			
+20	—20	—40	—60
114	101	93	85

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 250 мм охлаждаются на воздухе, 251—350 мм — в яме.

Свариваемость — сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РДС, КТС.

Обрабатываемость резанием — после нормализации при HB 156—159 $\sigma_B = 530$ МПа, $K_{с\tau\text{в спл}} = 1,1$, $K_{с\tau\text{в сл}} = 1,0$.

Флокеночувствительность — не чувствительна

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71) [69]

Закалка 900 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉

Расстояние от торца, мм									
1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	12	15	18	21
41,5—50,5	39,5—49,5	36,5—47,5	33—46	30—44,5	27,5—42,5	24,5—39,5	23—37,5	35,5	34
Количество мартенсита, %		Критическая твердость, HRC ₉		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50		32—36		33—82			12—52		
90		38—43		23—48			6—24		

Сталь 20ХГР

Заменитель — стали: 20ХНЗА, 20ХН2М, 12ХНЗА, 18ХГТ, 12ХН2.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — зубчатые колеса, вал-шестерни, червяки, кулачковые муфты, валики, пальцы, втулки и другие улучшаемые или цементируемые детали, работающие в условиях ударных нагрузок.

Температура критических точек, °С [139]

Ас ₁	Ас ₃ (Ас _т)	Аг ₃ (Агс _т)	Аг ₁
735	835	760	670

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

С	Si	Mn	Cr	В	Р	S	Cu	Ni
					не более			
0,18—0,24	0,17—0,37	0,70—1,00	0,75—1,05	0,001—0,005	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства (ГОСТ 4543—71)

Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
		не менее				
Пруток. Закалка 880 °С, масло, Отпуск 200 °С, воздух или масло	15	780	980	9	50	78

Твердость после химико-термической обработки [81]

Режим химико-термической обработки	НВ (HRC ₂), не более
Цементация 920—950 °С, охлаждение замедленное в колодцах или в цементационных ящиках. Закалка 820—840 °С, масло. Отпуск 180—200 °С, воздух или масло	Сердцевина 321 Поверхность (57—63)

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [139]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₂
	МПа		%			
Закалка 880 °С, масло. После отпуска охлаждение в масле						
200	1220	1490	12	55	79	45
300	1230	1420	13	45	56	44
400	1160	1250	13	57	75	41
500	850	900	16	66	146	30
600	720	790	19	73	173	24

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [139]

Температура, °С						Термообработка
+20	0	-20	-40	-60	-80	
61	60	61	62	60	61	Закалка 860 °С, масло. Отпуск 200 °С, масло. HRC ₂ 46 Закалка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С, масло. HRC ₂ 33
125	130	110	120	117	89	

Предел выносливости [81]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Сечение, мм	Состояние стали
608	304	50	$\sigma_{0,2} = 1080$ МПа, $\sigma_B = 1150$ МПа, НВ 340 $\sigma_{0,2} = 870$ МПа, $\sigma_B = 980$ МПа, НВ 300 $\sigma_{0,2} = 830$ МПа, $\sigma_B = 980$ МПа, НВ 286
510	304	100	
500	304	150	

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1150, конца 800. Сечения более 75 мм охлаждаются замедленно.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71) [69]
Закалка 900 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉

Расстояние от торца, мм									
1,5	3,0	4,5	6,0	9,0	12,0	15,0	18	21	24
37,5—47,5	37—47	36,5—46,5	35—46	31,5—44,5	26,5—43	23,5—40,5	38	35	33
Количество мартенсита, %		Критическая твердость, HRC ₉		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50 90		33—35 40—42		75—97 38—68			46—64 16—40		

Сталь 30ХГТ

Заменитель — стали: 18ХГТ, 20ХН2М, 25ХГТ, 12Х2Н4А.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки, кованные заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70, ГОСТ 4543—71.

Назначение — улучшаемые и цементуемые детали, от которых требуется высокая прочность, вязкая сердцевина и высокая поверхностная твердость, работающие при больших скоростях и повышенных удельных давлениях под действием ударных нагрузок.

Температура критических точек, °С [130]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _m)	Ar ₁
770	825	740	665

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	Ti	Cu	P	S	Ni
					не более			
0,24—0,32	0,17—0,37	0,80—1,10	1,00—1,30	0,03—0,09	0,30	0,035	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HВ (HRC ₃), не более
			МПа		%			
			не менее					
4543—71	Пруток. Нормали- зация 880—950 °С. Закалка 850 °С, мас- ло. Отпуск 200 °С, вода или масло	Об- раз- цы	1270	1470	9	40	59	—
8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск	До 100	685	835	13	42	59	262—311
	Цементация 920— 950 °С. Закалка 840—860 °С, масло. Отпуск 180—200 °С, воздух	До 60	780	1080	12	35	59	Сердцевины 300 Поверхности (57—63)
		100	730	880	12	35	59	Сердцевины 270 Поверхности (57—63)
		150	690	830	12	30	49	Сердцевины 240 Поверхности (57—63)

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 850 °С, масло. Отпуск 200 °С, воздух						
5	1420	1620	12	50	63	—
15	1180	1420	13	50	64	45
20	930	1180	14	50	81	38
25	830	1130	17	45	83	34

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [84]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 850 °С						
200	1420	1680	10	53	—	50
300	1270	1520	9	52	69	48
400	1180	1370	8	55	59	44
500	980	1080	11	59	98	38
600	760	930	19	65	147	32

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [84]

Температура, °C				Состояние поставки и термообработка
+20	-20	-40	-60	
61	57	56	54	Закалка 850 °C, масло. Отпуск 200 °C, воздух

Предел выносливости [81]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Сечение, мм	Состояние стали
490	294	60	$\sigma_{0,2} = 780$ МПа, $\sigma_B = 980$ МПа, НВ 300
461	274	120	$\sigma_{0,2} = 730$ МПа, $\sigma_B = 920$ МПа, НВ 270—300
441	265	150	$\sigma_{0,2} = 700$ МПа, $\sigma_B = 870$ МПа, НВ 240—270

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1220, конца 800. Сечения до 200 мм охлаждаются в зольниках, более 200 мм — в печах.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, КТС. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — после нормализации при НВ 364 и $\sigma_B = 860$ МПа $K_{ртв\text{ спл}} = 0,45$, $K_{ртв\text{ ст}} = 0,25$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71) [69]

Закалка 880 °C. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₂

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	21	24
43—53	42—52	40,5— 51,5	38,5— 50,5	34,5— 48	30,5— 44,5	28— 41,5	25—39	23— 37,5	35,5
Количество мартенсита, %		Критическая твердость, HRC ₂		Критический диаметр, мм					
				в воде		в масле			
50		37—41		35—75		14—46			
90		42—47		12—47		4—24			

Сталь 15ХФ

Заменитель — сталь 20ХФ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78.

Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71.

Назначение — для некрупных деталей, подвергаемых цементации и закалке с низким отпуском (зубчатые колеса, поршневые пальцы, распределительные валики, плунжеры, копиры).

Температура критических точек, °C [84, 105]

Ac.	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _m)	Ar ₁	Mn
741	843	788	704	435

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	V	P	S	Cu	Ni
					не более			
0,12—0,18	0,17—0,37	0,40—0,70	0,80—1,10	0,06—0,12	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²	HRC _Э , не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток. Закалка 880 °С, вода или мас- ло. Закалка 760— 810 °С, вода или мас- ло. Отпуск 180 °С, воздух или масло	15	540	730	13	50	78	—
[140]	Цементация 930 °С, 12 ч. Нормализация 875 °С, воздух. За- калка 800 °С, масло. Отпуск 200 °С	—	350— 380	610— 690	16—20	43—55	59—98	Поверх- ности 59—63
	Цементация 930 °С, 12 ч. Закалка 875 °С, масло. Закалка 840 °С, масло, от- пуск 200 °С	25	720— 760	960— 980	9—12	50—58	78—98	Поверх- ности 59—63

$\sigma_{1/10000}^{500} = 78$ МПа [51], $\sigma_{1/10000}^{550} = 39$ МПа [138].

Механические свойства при повышенных температурах [84]

Температура испытания, °С	σ_B	δ_{10}	ψ
	МПа	%	

Образец диаметром 10 мм, длиной 100 мм. Отжиг.
Скорость перемещения захватов испытательной машины 0,4—0,5 мм/мин

800	57	23	62
900	47	26	34
1000	32	43	68
1100	24	47	94
1200	19	60	99

Технологические свойства [51]

Температура ковки, °С: начала 1250, конца 800. Поковки сечением более 60 мм охлаждаются медленно.

Свариваемость — сваривается КТС без ограничений, РДС — с подогревом и последующей термообработкой [140].

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость [140, 51]

Расстояние от торца, мм				Примечание. Закалка 900 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC ₃
3	6	9	12	
37,5	28	22,5	20	

Термообработка	Количество мартенсита, %	Критический диаметр в масле, мм
Закалка	50	12

Сталь 40ХФА

Заменитель — стали: 40Х, 65Г, 50ХФА, 30ХЗМФ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — в улучшенном состоянии — шлицевые валы, штоки, установочные винты, траверсы, валы экскаваторов и другие детали, работающие при температуре до 400 °С; после закалки и низкого отпуска — червячные валы и другие детали повышенной износостойкости.

Температура критических точек, °С [130]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁	Mn
760	800	725	680	218

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	V	P	S	Cu	Ni	Cr
				не более				
0,37—0,44	0,17—0,37	0,50—0,80	0,10—0,18	0,025	0,025	0,30	0,30	0,8—1,1

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	КП	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ (HRC ₉), не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 880 °С, масло. От- пуск 650 °С, вода или масло	—	25	730	880	10	50	88	—
8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск	395	100—300 300—500	395 395	615 615	15 13	40 35	54 49	187—229 187—229
		490	100—300	490	655	13	40	54	212—248
		540	До 100 100—300	540 540	685 685	15 13	45 40	59 49	223—262 223—262
[82]	Пруток. Закалка 860—880 °С, масло. Отпуск 200—230 °С, масло	—	До 40	1270	1570	—	35	39	(49—53)

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	Место вырез- ки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
Закалка 850 °С, вода. Отпуск 600 °С, воздух. (Образцы тангенциальные)						
50	Ц	900	940	15	45	69
80	Ц	810	890	11	33	39
120	Ц	710	860	12	37	64

Продолжение табл.

Сечение, мм	Место вырез- ки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
160	Ц 1/2R	610	830	15	46	45
		710	850	16	44	47
200	Ц 1/2R	490	710	17	49	57
		510	800	18	49	47
240	Ц 1/2R К	490	710	18	51	71
		570	770	19	50	54
		700	830	17	49	61

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [130]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	HRC₃
	МПа		%			

Закалка 850 °С, масло. Охлаждение после отпуска с 500 °С в воде

200	1490	1860	14	43	49	51
300	1450	1650	15	50	30	49
400	1270	1360	14	52	39	46
500	1100	1160	15	55	61	42
600	880	960	19	63	98	34

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Закалка 850 °С, масло. Отпуск 640 °С

20	840	920	26	63
200	800	900	22	46
300	740	840	18	35
400	710	850	28	50
500	400	490	30	65
600	—	370	51	80

Предел выносливости при $n = 10^6$ [182]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние стали
480	—	Закалка 880 °С, масло. Отпуск 230 °С, $\sigma_B = 1220$ МПа, НВ 387
421	—	Закалка 880 °С, масло. Отпуск 550 °С, $\sigma_B = 990$ МПа, НВ 288
372	265	Закалка 880 °С, масло. Отпуск 650 °С, $\sigma_B = 960$ МПа, НВ 258

Ударная вязкость КСУ, Дж/см²

Температура, °С			Термообработка
+20	—20	—70	
92	61	55	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 600 °С

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 860—800. Сечения до 200 мм охлаждаются в мульде, 201—300 мм — с печью.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС — необходим подогрев и последующая термообработка. КТС — необходима последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — после закалки и отпуска при НВ ≤ 241 , $K_{в.тв.спл} = 0,75$, $K_{в.ст} = 0,65$.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71)

Твердость, HRC_a

Расстояние от торца, мм (закалка 860 °С)

1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	27	39
51,5—60,5	51,5—59,5	50,5—58,5	48—57,5	39,5—54	35—50,5	34—46,5	32,5—43	30,5—39	27—39

Сталь 33ХС

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 1051—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 4543—71.

Назначение — улучшаемые детали пружинного типа сравнительно небольших сечений, от которых требуется высокая прочность, износостойкость и упругость.

Температура критических точек, °C [82]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₁
755	830	715

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,29—0,37	1,00—1,40	0,30—0,60	1,30—1,60	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства прутка (ГОСТ 4543—71), [82]

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
		МПа		%			
		не менее					
Закалка 920 °С, масло или вода, отпуск 630 °С, вода или масло	25	690	880	13	50	78	—
Закалка 920—940 °С, масло, отпуск 250—270 °С, воздух Нормализация 920 °С, воздух, отпуск 650—670 °С, воздух	40	—	1670	8	45	49	444—514
	240	295	590	17	40	29	179

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Пруток. Закалка 910 °C, масло. Отпуск 600—620 °C, вода

30	780	940	12	50	59	285
50	670	860	12	50	59	255

Закалка 910 °C, вода. Отпуск 600—620 °C, вода

80	720	900	16	50	59	262
120	650	840	16	50	59	—
160	510	720	16	50	59	212
200	410	670	16	50	59	—
240	390	670	16	50	59	—

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [130]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
<i>Закалка 900 °С, масло. Отпуск 200—400 °С, 2 ч, воздух.</i>						
<i>Закалка 900 °С, масло. Отпуск 520—600 °С, 2 ч, вода</i>						
200	1610	1750	10	48	88	510
320	1490	1640	10	49	78	470
400	1340	1470	10	52	59	430
520	1070	1180	14	59	88	350
600	900	1110	18	63	118	300

Предел выносливости [162]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
363	$\sigma_{0,2} = 690$ МПа, $\sigma_B = 880$ МПа

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [84]

Температура, °С				Термообработка
+20	—20	—40	—50	
59	44	35	29	Нормализация 920 °С. Отпуск 650 °С. Закалка 910 °С, масло. Отпуск 610 °С, вода

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — трудно сваривается. РДС — необходим подогрев и последующая термообработка, КТС — требуется последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — при НВ 229—269, $K_{\text{в т в. спл}} = 0,7$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,4$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость [51, 84]

Твердость, HRC₃

Расстояние от торца, мм (закалка 840 °С)									
1,5	3	6	9	12	18	24	30	36	42
54	54	52,5	49,5	47,5	37,5	30	25,5	23	22,5

Термообработка	Критический диаметр, мм	
	в воде	в масле
Закалка	50	30

Сталь 25ХГТ

Заменитель — стали: 18ХГТ, 30ХГТ, 25ХГМ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 1051—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — нагруженные зубчатые колеса и другие детали, твердость которых более HRC₉ 59.

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	Ti	P	S	Cu	Ni
					не более			
0,22—0,29	0,17—0,37	0,80—1,10	1,00—1,30	0,03—0,09	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉ , не более
		МПа		%			
		не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток. Нормализация 880—950 °С, воздух. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 200 °С, вода, масло или воздух	980	1270	10	50	69	—
[50] (образцы)	Цементация 920—950 °С, воздух. Закалка 840—860 °С, масло. Отпуск 190—210 °С, воздух	1100	1500	9	—	60	Поверхности 57—63

Технологические свойства [50]

Температураковки, °С: начала 1220, конца 800.

Свариваемость — РДС, КТС, требуется последующая термообработка.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна [82].

Сталь 38ХС

Заменитель — сталь 40ХС.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутост ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — валы, шестерни, муфты, пальцы и другие улучшаемые детали небольших размеров, к которым предъявляются требования высокой прочности, упругости и износостойкости.

Температура критических точек, °С [81, 105]

Ас ₁	Ас ₃ (Ас _т)	Аг ₈ (Агс _т)	Аг ₁	Мв
763	810	755	680	330

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

С	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni
				не более			
0,34—0,42	1,00—1,40	0,30—0,60	1,30—1,60	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	σ _{0,2}	σ _в	δ ₅	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Закалка 900 °С, вода или масло. Отпуск 630 °С, вода или масло	25	—	730	930	12	50	69	—
8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск	До 100	540 590	540 590	685 735	15 14	45 45	59 59	223—262 235—277

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
Закалка 900 °С, масло. Отпуск 600 °С, вода						
30	Ц	770	960	15	59	96
50	Ц	810	1000	16	56	84

Продолжение табл.

Сечение, мм	Место вырез- ки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
80	Ц	720	920	17	53	66
120	К	680	910	16	57	67
	Ц	500	840	22	60	78
Закалка 900 °С, через воду в масло. Отпуск 600 °С, вода						
50	Ц	870	1030	18	58	141
80	Ц	790	980	16	56	106
120	К	720	950	17	60	76
	Ц	620	890	20	58	63

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [88]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
<i>Пруток диаметром 20—70 мм. Закалка 900 °С, масло. Выдержка после отпуска 2 ч, охлаждение</i>						
200	1670	1960	10	40	59	570
300	1580	1760	10	42	49	540
400	1370	1570	10	45	59	450
500	1080	1270	12	50	69	380
600	880	980	18	55	78	320

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [130]

Температура, °С				Термообработка
+20	—20	—40	—60	
87	64	56	54	Закалка 900 °С, масло. Отпуск 600 °С, воздух

Предел выносливости [162]

$\sigma_{0,2}$	σ_1	σ_{-1}
МПа		
730	930	382

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 250 мм охлаждаются на воздухе, 251—350 мм — в яме.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС — необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС — необходима последующая термообработка.

Обработываемость резанием — при $\sigma_B = 780\text{--}880$ МПа, HB 250—300 [100], $K_{\text{в.ст}} = 0,72$, $K_{\text{с тв.спл}} = 0,8$.

Флокеочувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71)

Твердость, HRC₉

Расстояние от торца, мм (закалка 880 °C)									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	24	36
48—57	47—57	46,5— 57	45,5— 56,5	43— 55,5	40— 54,5	37,5— 53	35,5— 51,5	33—49	25—46

Сталь 40ХС

Заменитель — стали: 38ХС, 35ХГТ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — валы, шестерни, муфты, пальцы и другие улучшаемые детали небольших размеров, к которым предъявляются требования высокой прочности, упругости, износостойкости.

Температура критических точек, °C [88]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _m)	Ag ₁	Mn
763	810	735	680	320

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,37—0,45	1,20—1,60	0,30—0,60	1,30—1,60	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства прутка

Источник	Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₉), не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Закалка 900 °С, вода или масло. Отпуск 540 °С, вода или масло	25	1080	1220	12	40	34	—
	Изотермическая закалка 900—910 °С, селитра при 330—350 °С, затем охлаждение на воздухе	25	1080	1220	12	40	49	—
[199]	Закалка 900—920 °С, масло. Отпуск 240—260 °С, воздух	40	—	1670	8	40	39	(46—51)
[88]	Закалка 870—890 °С, вода или масло. Отпуск 600—650 °С, вода или масло	110	640	830	15	50	88	241—285

Механические свойства в зависимости от сечения [88]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Пруток Закалка 900 °С, масло, Отпуск 640 °С вода						
20	800	960	19	62	122	270
40	730	930	19	59	108	265
60	700	870	19	54	88	250
80	670	850	19	52	78	230

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [88]

Температура отпуска °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
<i>Закалка 900 °С, масло, Охлаждение после отпуска на воздухе</i>						
200	1670	1960	10	40	59	575
300	1570	1810	10	43	29	530
400	1370	1580	10	45	59	460
500	1100	1320	11	50	60	380
600	900	1030	16	55	78	320

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [84]

Температура, °С			Термообработка
+20	—20	—40	
78	55	51	Отжиг 880 °С. Закалка 900 °С, масло. Отпуск 640 °С

Технологические свойства [88]

Температураковки, °С: начала 1150, конца 850. Сечения более 75 мм охлаждаются замедленно.

Свариваемость — трудносвариваемая,

Флокеночувствительность — чувствительна [84],

Склонность к отпускной хрупкости — склонна,

Сталь 20ХГСА

Заменитель — сталь 30ХГСА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутост ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 4543—71.

Назначение — ходовые винты, оси, валы, червяки и другие детали, работающие в условиях износа и при знакопеременных нагрузках при температурах до 200 °С.

Температура критических точек, °С [140]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	A _r ₁
755	840	690

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

С	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,17—0,23	0,90—1,20	0,80—1,10	0,80—1,10	0,025	0,025	0,30	0,30

Механические свойства (ГОСТ 4543—71)

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
		не менее				
Закалка 880 °С, масло, Отпуск 500 °С, вода или масло	15	640	780	12	45	69

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [89]

Температура отпуска, °С	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа	%			
Образцы. Закалка 900 °С, выдержка после отпуска 30 мин, охлаждение на воздухе					
200	1520	9	49	59	420
300	1470	9	52	59	400
400	1340	8	50	49	360
500	1080	10	50	78	325
600	880	17	52	98	255

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [50]

Температура, °С				Термообработка
+20	-20	-40	-50	
80	68	64	51	Нормализация 880 °С, воздух. Отпуск 650 °С, Закалка 880 °С, масло. Отпуск 580—600 °С

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800.

Свариваемость — без ограничений РДС, КТС, АрДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС — требуется последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — при НВ 140—207, $K_{\text{р тв. спл}} = 0,7$, $K_{\text{р б. ст}} = 0,60$.

Флокеиочувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Сталь 25ХГСА

Заменитель — сталь 20ХГСА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист тонкий ГОСТ 11268—76. Лист толстый ГОСТ 11269—76. Полоса ГОСТ 103—76.

Назначение — ответственные сварные и штампованные детали, применяемые в улучшенном состоянии: ходовые винты, оси, валы, червяки, шатуны, коленчатые валы, штоки и другие детали.

Температура критических точек, °С [130]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r1}
755	840	690

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,22—0,28	0,90—1,20	0,80—1,10	0,80—1,10	0,025	0,025	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
4543—71	Пруток. Закалка 880 °С, масло. Отпуск 480 °С, вода или масло	15	830	1080	10	40	59
11269—76	Листы 4, 5-й категорий. Закалка 880 °С, масло. Отпуск 470—550 °С, вода или масло	Образцы	—	1030	10	—	49

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [130]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			

Прутки сечением 20—70 мм. Закалка 890 °С, масло

300	1320	1510	12	57	69	44
400	1200	1270	12	59	69	42
500	980	1030	17	60	127	35
600	730	830	20	67	196	25

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см
		МПа		%		

Закалка 890 °С, масло. Отпуск 600 °С, вода

30	Ц	520	690	25	67	183
80	Ц	400	630	24	67	186
200	Ц	390	610	30	67	182
	К	450	700	28	67	171

Продолжение табл.

Сечение, мм	Место вы- резки об- разца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ³
		МПа		%		
Закалка 890 °С, через воду в масло. Отпуск 600 °С, вода						
50	Ц	560	720	26	69	207
120	Ц	440	660	26	67	225
	К	550	720	21	67	198
160	Ц	410	640	28	68	189
	К	520	710	24	67	211
200	Ц	390	630	29	66	183
	К	510	710	25	63	154

Кратковременная теплопрочность [130]

Температура испытаний, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
Закалка 890 °C, масло. Отпуск 600 °C, воздух				
300	650	780	19	58
400	580	680	22	69
500	450	490	30	83
600	265	295	48	88

Предел выносливости при $n = 10^7$ [138]

σ_{-1} , МПа	σ_B , МПа	Термообработка
534	1590	Закалка. Отпуск 200 °С
509	1430	Закалка. Отпуск 400 °С
402	870	Закалка. Отпуск 600 °С

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [130]

Температура, °С				Термообработка
+20	-20	-40	-60	
183	160	132	78	Закалка 890 °С, масло. Отпуск 600 °С, воздух

Технологические свойства [138]

Температура ковки, °С: начала 1180, конца 850.

Свариваемость — сваривается без ограничений.

Обработываемость резанием — после закалки, отпуска $\sigma_B = 780\text{—}900$ МПа, НВ 228—262, K_{σ} б. ст = 0,72, K_{σ} тв. спл = 0,8 [100].

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [140]

Твердость, HRC₉

Расстояние от торца, мм (закалка 870 °С)									
1,5	3,0	6,0	9,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42
52,0	52,0	50,5	49,0	44,5	40,5	38,5	36,5	35,5	35

Сталь 30ХГС

Заменитель — стали: 40ХФА, 35ХМ, 40ХН, 35ХГСА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Лист тонкий ГОСТ 1542—71. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70, ГОСТ 1133—71. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — различные улучшаемые детали: валы, оси, зубчатые колеса, тормозные ленты моторов, фланцы, корпуса обшивки, лопасти компрессорных машин, рычаги, толкатели, ответственные сварные конструкции, работающие при знакопеременных нагрузках, крепежные детали.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	Мн
760	830	705	670	352

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

С	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,28—0,35	0,90—1,20	0,80—1,10	0,80—1,10	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сече- ние, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU Дж/см ²	HB (HRC ₅), не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Закалка 880 °С, масло Отпуск 540 °С, вода или масло	25	—	830	1080	10	45	44	—
8479—70	Поковки. Нормализа- ция	До 100	395	395	615	17	45	59	187—229
[81]	Закалка 860—880 °С, масло. Отпуск 200— 250 °С, воздух	30	—	1270	1470	7	40	—	(43—51)
	Закалка 860—880 °С, масло. Отпуск 540— 560 °С, вода или масло	60	—	690	880	9	45	59	Св, 225

Механические свойства в зависимости от сечения [88]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Закалка 880 °С, масло, Отпуск 600 °С, вода						
40	820	930	12	51	69	275
80	730	860	14	50	78	250
120	670	820	14	50	78	235
160	580	750	14	50	78	210
180	510	710	13	45	49	200

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [2]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Пруток диаметром 20—70 мм, Закалка 880 °C, масло					
200	1570	1700	11	44	88
300	1520	1630	11	54	69
400	1320	1420	12	56	49
500	1140	1220	15	56	78
600	940	1040	19	62	137

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Закалка 880 °C, масло. Отпуск 560 °C, воздух [84]

20	950	1050	13	56	52
250	840	1000	13	48	126
300	820	950	11	50	124
400	780	900	16	69	94
500	650	690	21	84	72

Образец диаметром 5 мм, длиной 25 мм. Прокатанный,
Скорость деформирования 2 мм/мин, скорость деформации
0,0013 1/с [81]

700	—	175	59	51	—
800	—	85	62	75	—
900	—	53	84	Св. 90	—
1000	—	37	71	Св. 90	—
1100	—	21	59	Св. 90	—
1200	—	10	85	Св. 90	—

Предел выносливости [84]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n	Термообработка
696	—	—	Закалка 870 °C. Отпуск 200 °C
637	—	—	Закалка 870 °C. Отпуск 400 °C
470	—	—	Закалка 870 °C. Отпуск 600 °C
490	1666	10 ⁷	Закалка 870—890 °C, масло. Отпуск 200 °C. $\sigma_B = 1660$ МПа
372	882	10 ⁷	Закалка 870—890 °C, масло. Отпуск 600 °C. $\sigma_B = 880$ МПа

$\sigma_{1/1000}^{400} = 159$ МПа, $\sigma_{200}^{400} = 588$ МПа, $\sigma_{1/1000}^{450} = 111$ МПа, $\sigma_{200}^{450} = 451$ МПа,
 $\sigma_{1/1000}^{500} = 54$ МПа, $\sigma_{200}^{500} = 253$ МПа, $\sigma_{1/1000}^{550} = 22$ МПа, $\sigma_{200}^{550} = 118$ МПа [89].

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С					Термообработка
+20	-20	-40	-60	-80	
69	55	41	34	23	Закалка 880 °С, масло. Отпуск 580—600 °С, $\sigma_B = 1000$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1240, конца 800. Сечения до 50 мм охлаждаются в штабелях на воздухе, 51—100 мм — в ящиках.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, АрДС, ЭПС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка, КТС без ограничений.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 207—217 $\sigma_B = 710$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,85$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,75$.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71) [69]

Закалка 800 °С Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	t	9	12	15	18	21	24
50,5— 55	49—54	47,5— 53	46— 52,5	41,5— 52	38—51	36,5— 48,5	35,5— 46,5	33— 44,5	30—43
Количество мартенсита, %		Критическая твердость, HRC ₉		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50		37—42		60—91			34—60		
90		43—48		40—68			18—40		

Сталь 30ХГСА

Заменитель — стали: 40ХФА, 35ХМ, 40ХН, 25ХГСА, 35ХГСА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прут ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прут и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 11269—76. Лист тонкий ГОСТ 11268—76. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70, ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 8731—87, ГОСТ 8732—78, ГОСТ 8733—87, ГОСТ 8734—75, ГОСТ 21729—76, ГОСТ 13663—68, ГОСТ 9567—75.

Назначение — различные улучшаемые детали: валы, оси, зубчатые колеса, фланцы, корпуса обшивки, лопадки компрессорных машин, работающие при температуре до 200 °С, рычаги, толкатели, ответственные сварные конструкции, работающие при знакопеременных нагрузках, крепежные детали, работающие при низких температурах.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _m)	Ag ₁	Mn
760	830	705	670	352

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,28—0,34	0,90—1,20	0,80—1,10	0,80—1,10	0,025	0,025	0,30	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	KCU, Дж/см²	HB (HRC ₉), не более
				МПа		%			
				не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток. Закалка 880 °С, масло. Отпуск 540 °С, вода или масло	25	—	830	1080	10	45	49	
ГОСТ 8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск	До 100	490	490	655	16	45	59	212—248
		100—300	490	490	655	13	40	54	212—248
		До 100	540	540	685	15	45	59	223—262
		До 100	590	590	735	14	45	59	235—277
		100—300	590	590	735	13	40	49	235—277
		До 100	640	640	785	13	42	59	248—293
	До 100	675	675	835	13	42	59	262—311	
[81]	Закалка 860—880 °С, масло. Отпуск 200—250 °С, воздух	30	—	1270	1470	7	40	—	(43—51)
[81]	Закалка 860—880 °С, масло. Отпуск 540—560 °С, вода или масло	60	—	690	880	9	45	59	225

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
Закалка 880 °С, масло Отпуск 600 °С, вода					
30	880	1000	12	50	69
50	760	880	12	50	69
80	740	860	14	50	78
120	670	820	14	50	78
160	590	740	14	50	78
200	530	720	14	45	59
240	490	710	14	45	59

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [2]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
<i>Диаметр 20—70 мм, закалка 880 °С, масло. После отпуска охлаждение в воде</i>						
200	1570	1700	11	44	88	487
300	1520	1630	11	54	69	470
400	1320	1420	12	56	49	412
500	1140	1220	15	56	78	362
600	940	1040	19	62	137	300

Механические свойства при повышенных температурах [138]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Пруток. Закалка 880 °С, масло. Отпуск 560 °С					
300	820	980	11	50	127
400	780	900	16	69	98
500	640	690	21	84	78
550	490	540	27	84	64
Образец диаметром 5 мм, длиной 25 мм, прокатанный. Скорость деформирования 2 мм/мин. Скорость деформации 0,0013 1/с [81]					
700	—	175	59	51	—
800	—	85	62	75	—
900	—	53	84	90	—
1000	—	37	71	90	—
1100	—	21	59	90	—
1200	—	10	85	90	—

Предел выносливости [84, 127]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n	Состояние стали и термообработка
490	1666	10^7	$\sigma_B = 1670$ МПа
372	882	10^7	$\sigma_B = 880$ МПа
470	—	10^6	$\sigma_B = 1080$ МПа
696	—	—	Закалка 870 °С. Отпуск 200 °С
637	—	—	Закалка 870 °С. Отпуск 400 °С

$\sigma_{1/100}^{400} = 160$ МПа, $\sigma_{200}^{400} = 588$ МПа, $\sigma_{1/100}^{500} = 54$ МПа, $\sigma_{200}^{450} = 451$ МПа, $\sigma_{1/200}^{400} = 176$ МПа, $\sigma_{200}^{500} = 255$ МПа, $\sigma_{1/200}^{500} = 59$ МПа, $\sigma_{200}^{550} = 118$ МПа [138].

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С					Термообработка
+20	-20	-40	-60	-80	
69	55	41	35	23	Закалка 880 °С, масло. Отпуск 580—600 °С. $\sigma_B = 1000$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1240, конца 800, Сечения до 50 мм охлаждаются на воздухе, 51—100 мм — в ящиках.

Свариваемость — ограничению свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, АрДС, ЭШС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка. КТС без ограничений.

Обработываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 207—217 и $\sigma_B = 710$ МПа, $K_{p\phi, \text{ст}} = 0,75$, $K_{\phi \text{ тв. спл}} = 0,85$.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71)

Твердость, HRC₃

Расстояние от торца, мм									
1,5	3,0	4,5	6,0	9,0	12	15	18	21	24
50,5—55	49—54	47,5—53	46—52,5	41,5—52	38—51	36—48,5	35,5—46,5	33—44,5	30—43
Количество марганца, %		Критическая твердость HRC ₃		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50		38—43		60—91			34—60		
90		43—48		40—68			18—40		

Сталь 35ХГСА

Заменитель — стали: 30ХГС, 30ХГСА, 30ХГТ, 35ХМ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — фланцы, кулачки, пальцы, валики, рычаги, оси, детали сварных конструкций и другие улучшаемые детали сложной конфигурации, работающие в условиях знакопеременных нагрузок.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Mn
760	830	705	670

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,32—0,39	1,10—1,40	0,80—1,10	1,10—1,40	0,025	0,025	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Изотермическая закалка при 880 °С в смеси калиевой и натриевой селит- ры, имеющей тем- пературу 280— 310 °С, охлажде- ние на воздухе	Образцы	—	1270	1620	9	40	39	—
8479—70	Поковки, Закал- ка, Отпуск	100—300	490 540	490 540	660 690	13 13	40 40	54 49	212—248 223—262
		До 100	590 640	590 640	730 780	14 13	45 42	59 59	235—277 248—293

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₆
	МПа		%			
Закалка 880 °С, масло [125]						
200	1570	1910	12	48	49	52
300	1550	1760	12	50	59	50
400	1420	1620	12	51	44	47
500	1180	1300	14	52	44	42
Изотермическая закалка 880 °С, селитра 300 °С [3]						
Без отпуска	1460	1670	12	52	70	50
300	1450	1670	12	55	71	50
400	1410	1570	14	54	53	48
500	1220	1330	14	53	39	43

Механические свойства в зависимости от сечения заготовки [51]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	HB
	МПа		%		
Закалка 880 °С, масло. Отпуск 500 °С, вода					
20	1000	1110	12	54	322
40	940	1080	11	50	310
60	860	960	11	46	270
Закалка 880 °С, масло. Отпуск 600 °С, вода					
40	810	970	14	58	280
60	780	880	13	58	250

Механические свойства при повышенных температурах [125]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	HRC ₈
	МПа		%		
Закалка 880 °С, масло. Отпуск 500 °С					
20	1200	1300	11	52	42
250	—	1260	12	57	—
400	—	1000	14	72	—
500	—	540	31	70	—

Ударная вязкость KCU, Дж/см² [125]

Температура, °С		Термообработка
—40	—60	
49	39	Закалка 880 °С, масло. Отпуск 200 °С, воздух.
49	39	Закалка 880 °С, масло. Отпуск 300 °С, воздух.
39	29	Закалка 880 °С, масло. Отпуск 400 °С, воздух.
62	53	Изотермическая закалка 880 °С, селитра 300 °С. Отпуск 300 °С, 1 ч, воздух
48	37	Изотермическая закалка 880 °С, селитра 300 °С. Отпуск 400 °С, 1 ч, воздух

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 860—880. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—200 мм — в мульде, 201—300 мм — с печью

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, АрДС. Рекомендуется подогрев и требуется последующая термообработка, КТС — без ограничений.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 207—217 и $\sigma_B = 710$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,85$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,75$.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость [125, 140]

Расстояние от торца, мм									
1,5	3,0	4,5	6,0	9,0	12	15,0	18,0	24	30
50,5—50	49—54	47,5—53	46—52,5	41,5—52	38—51	36,5—48,5	35—46,5	30—43	25—40,5
Критическая твердость, НРС _{0,2}				Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
47				60			40		
51				60			20		

Сталь 30ХМ (30ХМА)

Заменитель — стали: 35ХМ, 35ХРА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калибровочный прутки ГОСТ 10702—78, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Трубы ГОСТ 8731—87, ГОСТ 8732—78.

Назначение — шестерни, валы, цапфы, шпильки, гайки и различные другие детали, работающие при температуре до 450—500 °С.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar _s (Ar _{c_m})	Ar _i
757	807	763	693

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	Cu	Ni
					не более			
0,26—0,33	0,17—0,37	0,40—0,70	0,80—1,10	0,15—0,25	0,035 0,025*	0,035 0,025	0,30	0,30

* Для стали 30ХМА

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток, Закалка 880 °С, масло. От- пуск 540 °С, вода или масло	15	—	735	930	11 12	45 55	78	Сталь 30ХМ Сталь 30ХМА
8479—70	Поковки, Закал- ка, Отпуск	До 100	395	395	615	17	45	49	187—229
		100—300	440	440 440	635 635	16 14	45 40	59 54	197—235 197—235
		До 100	490	490	655	16	45	59	212—248

Механические свойства поковок в зависимости от сечения [84]

Сечение, мм	Место вы- резки разца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉
		МПа		%			
Закалка 880 °С, масло. Отпуск 500 °С							
40	Ц	650	820	17	71	147	27
60	Ц	630	800	17	69	157	27
80	1/2R	660	790	17	67	137	25
100	1/2R	610	780	18	64	147	25
120	1/3R	620	750	19	63	137	—
Закалка 880 °С, вода. Отпуск 500 °С							
40	Ц	790	930	13	61	118	30
60	Ц	740	870	16	64	127	31
80	1/2R	760	890	14	64	108	30
100	1/2R	700	830	17	65	137	27
120	1/3R	690	840	18	63	118	25

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [2]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 880 °С, масло						
200	1320	1520	12	50	69	49
300	1330	1450	11	51	49	45
400	1220	1370	12	55	69	42
500	1080	1130	16	60	127	36

Механические свойства при повышенных температурах [84]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 880 °С, масло. Отпуск 650 °С					
260	590	730	20	70	186
200	490	660	21	70	—
300	520	710	21	69	206
400	480	630	22	75	199
500	430	500	22	80	142
600	340	330	29	89	142

Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, прессованный.
Скорость деформирования 16 мм/мин.
Скорость деформации 0,009 1/с

800	80	130	69	67	—
1000	41	56	64	100	—
1200	14	26	55	100	—

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	n	Термообработка
407	10 ⁷	$\sigma_{0,2} = 710$ МПа, $\sigma_B = 820$ МПа. Закалка 870 °C, вода. Отпуск 600 °C [37]
366	—	$\sigma_{0,2} = 710$ МПа, $\sigma_B = 850$ МПа, НВ 260 Закалка 880 °C, масло Отпуск 560 °C [24]
304	—	$\sigma_{0,2} = 530$ МПа, $\sigma_B = 730$ МПа, НВ 212. Закалка 880 °C, масло Отпуск 650 °C [24]

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [84]

Температура, °C			Термообработка
—20	—40	—60	
—	42	—	Закалка 880 °C, масло. Отпуск 350 °C. Закалка 880 °C. Отпуск 550 °C.
147	—	108	

Механические свойства при испытании на длительную прочность [86]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура, °C	Предел длительной прочности, МПа	Длительность, ч	Температура, °C
137	1/10 000	500	186	10 000	500
69	1/100 000	500	127	100 000	500
59	1/10 000	550	108	10 000	550
34	1/100 000	550	69	100 000	550

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1260, конца 760—800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—300 мм — в мульде.

Свариваемость — ограниченно свариваемые. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — после закалки и отпуска при НВ 229—269 в $\sigma_B = 930$ МПа $K_{\text{в тв. спл}} = 0,7$, $K_{\text{в с. ст}} = 0,3$.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71) [69]

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	21	24
49,5— 54	48—53	46—52	43,5— 51	37—48	33,5— 44,5	30— 39,5	28— 37,5	26,5— 35,5	24— 34,5

Закалка 880 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₀.

Сталь 35ХМ

Заменитель — стали: 40Х, 40ХН, 30ХМ, 35ХГСА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прут: ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прут и серебрянка: ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки: ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — валы, шестерни, шпиндели, шпильки, фланцы, диски, крышки, штоки и другие ответственные детали, работающие в условиях больших нагрузок и скоростей при температуре до 450—500 °С.

Температура критических точек, °С [82]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Aγ ₃ (Aγ _c m)	Aγ ₁	Mn [105]
755	800	750	700	350

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	Cu	Ni
					не более			
0,32— 0,40	0,17—0,37	0,40—0,70	0,80—1,10	0,15—0,25	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (НГС _В), не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 850 °С, масло. От- пуск 560 °С, вода или масло	25	—	835	930	12	45	78	—
8479—70	Поковки Нормали- зация	300—500	245	245	470	17	35	34	143—179
		500—800		245	470	15	30	34	143—179
		100—300	275	275	530	17	38	34	156—197
		300—500		275	530	15	32	29	156—197
	До 100	315	315	570	17	38	39	167—207	
	100—300		315	570	14	35	34	167—207	
	До 100	345	345	590	18	45	59	174—217	
	Поковки. Закалка. Отпуск	500—800	345 395	345	590	12	33	39	174—217
		100—300		395	615	15	40	54	187—229
		300—500		395	615	13	35	49	187—229
		500—800		395	615	11	30	39	187—229
		До 100	440	440	635	16	45	59	197—235
		100—300		440	635	14	40	54	197—235
		300—500		440	635	13	35	49	197—235
		До 100	490	490	655	16	45	59	212—248
	100—300	490		655	13	40	54	212—248	
	До 100	590	590	735	14	45	59	235—277	
[22]	Закалка 850— 870 °С, масло. От- пуск 180—200 °С, воздух	До 40	—	1370	1570	12	38	—	(49—53)
	Закалка 850— 870 °С, масло. От- пуск 560—620 °С, воздух	50—80 80—120	— —	640 590	810 780	— —	40 40	59 59	260—322 229—285

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [150]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Закалка 880 °С, масло						
300	1390	1570	9	44	49	450
400	1310	1410	10	50	59	400
500	1080	1200	15	54	88	350
600	840	930	19	63	147	270
700	660	730	20	70	196	220

Механические свойства при повышенных температурах [29]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 880 °С, масло. Отпуск 650 °С [82]					
20	770	880	22	66	189
400	570	730	23	71	167
450	550	670	23	78	134
500	490	550	22	86	123

*Диски диаметром 755—915 мм, толщиной 35—110 мм.
Втулка диаметром 115—400 мм НВ 212—223 [29]*

Образец тангенциальный

20	420—510	610—710	17	54—61	49—98
400	390	550	17	64	78
500	355	440	18	74	59
550	335	400	18	75	56

Образец продольный

20	430—480	580—690	7	16—23	20
500	365	430	7	13—30	20

Пруток. Нормализация 880 °С. Отпуск 650 °С, 2 ч. НВ 207

20	525	700	22	69	159
400	420	650	26	75	149
450	400	540	24	80	136
500	385	470	25	84	121

Пруток. Отжиг 860 °С. НВ 179

20	360	670	22	55	88
400	300	650	26	75	115
450	270	550	27	81	114
500	265	480	29	85	141

Предел выносливости [81, 82, 140]

σ_{-1} , МПа	n	Состояние стали и термообработка
333	—	$\sigma_{0,2} = 490$ МПа, $\sigma_B = 640$ МПа, НВ 190—240
588	10^6	$\sigma_B = 1370$ МПа. Закалка 870 °С. Отпуск 400 °С
441	10^8	$\sigma_B = 980$ МПа. Закалка 870 °С. Отпуск 600 °С
499	—	$\sigma_B = 1030$ МПа. Диаметр заготовки 20 мм

Механические свойства при испытании на длительную прочность [82]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность,	Температура, °С
157	1/10 000	450	294	10 000	450
103	1/100 000	450	235	100 000	450
83	1/10 000	500	206	10 000	500
49	1/100 000	500	147	100 000	500

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1260, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—300 мм — в мульде.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, АрДС и ЭШС. Необходимы подогрев и последующая термообработка

Обработываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при НВ 212—248 $\sigma_B = 660$ МПа $K_{0,6 \text{ ст}} = 0,72$, $K_{0,7 \text{ тв. спл}} = 0,8$ [101].

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпусковой хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость [69, 81]

Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉

Расстояние от торца, мм (закалка 860 °С)									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	24	33
47,5— 56,5	46,5— 55,5	45—54	43,5— 53	39—43	35—43	32—39	30— 36,5	28— 34,5	25— 33,5
Количество мар-тенсита, %		Критическая твер-дость, HRC ₉		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50		40—44		56—100			31—68		
90		47—52		33—71			12—46		

Сталь 38ХМА

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71.

Назначение — ответственные детали общего назначения в машиностроении.

Температура критических точек, °C [130]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
758	805	725	650

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	Cu	Ni
					не более			
0,35—0,42	0,17—0,37	0,35—0,65	0,90—1,30	0,20—0,30	0,025	0,025	0,30	0,30

Механические свойства (ГОСТ 4543—71)

Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
		не менее				
Пруток. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 580 °С, воздух	25	885	980	11	45	69

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
Закалка 850 °С, масло. Отпуск 600 °С, воздух						
30	Ц	880	1000	18	57	103
200	Ц	590	770	19	55	64
	К	660	850	18	56	62
Закалка 850 °С, вода. Отпуск 600 °С, воздух						
80	Ц	880	1030	15	51	62
120	Ц	710	910	17	51	94

Продолжение табл.

Сечение, мм	Место вырез- ки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
160	Ц К	680	860	17	57	62
		820	950	17	57	104
200	Ц К	630	800	18	54	71
		800	940	16	59	79

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [130]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²	HRC ₃₀
	МПа		%			

Закалка 850 °C, масло

200	1600	1860	10	42	44	61
300	1470	1670	10	40	39	51
400	1270	1420	10	41	39	42
500	1130	1250	13	48	80	38
600	860	980	18	58	135	30

Кратковременная теплопрочность [130]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Закалка 850 °C, масло. Отпуск 600 °C, воздух

100	890	990	12	59
200	850	970	13	59
300	800	950	15	59
400	730	840	16	62
500	630	670	18	72
600	390	440	22	88

Предел выносливости [130]

σ_{-1} , МПа	n	Термообработка
323	$6 \cdot 10^5$	Закалка с высоким отпуском

Ударная вязкость KCU, Дж/см²

Температура, °C				Термообработка
+20	-20	-40	-60	
53	67	59	53	Закалка 850 °C, масло. Отпуск 550 °C, воздух

Сталь 14Х2ГМР

Заменитель — сталь 14ХНМДФР.

Вид поставки — лист толстый ЧМТУ 1-645—69. Поковки и кованные заготовки ГОСТ 8479—70.

Назначение — тяжелонагруженные сварные детали и узлы.

Температура критических точек, °С [33]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	M_n
750	875	365

Химический состав, % (ЧМТУ 1-645—69)

C	S	Mn	Cr	Mo	Ni	Cu	S	P	As	V	B
не более											
0,10— 0,16	0,90— 1,20	0,17— 0,37	1,30— 1,70	0,40— 0,50	0,30	0,30	0,035	0,035	0,08	0,03	0,006 по рас- чету

Механические свойства [83]

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
		не менее					
Закалка 920—940 °С. Отпуск 620—650 °С	101—300	490	590	14	35	49	187—229

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Лист толщиной 16 мм. Закалка 950 °С, вода (образцы поперечные) [33]

200	1100	1350	11	41	40
300	1100	1300	10	40	9
400	1000	1200	10	43	15
500	1000	1100	12	46	40
600	780	870	17	54	65
700	630	700	25	59	78

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
Заготовка сечением 20 мм Закалка Отпуск 680 °С [147]				
20	700	760	25	70
300	630	700	20	68
400	530	690	21	66
500	530	590	20	73

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [13, 83]

Температура, °С		Состояние поставки и термообработка
+20	—40	
49	40	Поковка сечением 101—300 мм. Закалка 920—940 °С, вода. Отпуск 620—650 °С, воздух (место вырезки образцов — 1/3R)
150	120	Лист толщиной 10 мм. Закалка 950 °С, вода. Отпуск 650 °С, выдержка 1 ч (образцы поперечные)
170	165	Лист толщиной 10 мм. ВТМО: прокатка за 1 проход со скоростью 1 м/с, деформация 25 %. Закалка 950 °С, вода. Отпуск 650 °С, выдержка 1 ч (образцы поперечные)

Механические свойства после ВТМО [19]

Режим ВТМО	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж см ²	
					Температура испытания, °С	
	МПа		%		+20	—40
Заготовка 360×240×18 мм. ВТМО: аустенизация 950 °С, выдержка 1 ч, деформация 35 % за 1 проход: закалка 900 °С, вода закалка 900 °С, вода, отпуск 650 °С, выдержка 1 ч	1150	1300	9	38	79	44
	900	930	14	49	145	118

Технологические свойства [33]

Температура ковки, °С: начала 1220, конца 750.

Свариваемость — удовлетворительная. Способы сварки: РДС, АрДС под флюсом и газовой защитой. Рекомендуется подогрев при сварке жестких конструкций.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость [124]

Твердость, HRC ₉	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
31	30
27	100

Сталь 20ХН

Заменитель — стали: 15ХР, 20ХНР, 18ХГТ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — шестерни, втулки, пальцы, детали крепежа и другие детали, от которых требуется повышенная вязкость и умеренная прокаливаемость,

Температура критических точек, °С [173]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}	Мн [105]
735	805	790	660	410

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

С	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
					не более		
0,17—0,23	0,40—0,70	0,17—0,37	0,45—0,75	1,00—1,40	0,035	0,035	0,30

Механические свойства прутка сечением 15 мм по ГОСТ 4543—71

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Закалка 860 °С, вода или масло. Закалка 760—810 °С, вода или масло Отпуск 180 °С, вода или масло	590	780	14	50	78

Твердость после термообработки [163]

Режим термообработки	НВ (HRC ₉)
Нормализация 860 °С Цементация 910 °С, 16 ч на глубину 1,6—1,8 мм. Подстуживание на воздухе до 860 °С, затем масло. Закалка 770—780 °С. Отпуск 190 °С	Сердцевина 262—290 Поверхность (59—62)

Механические свойства прутка в зависимости от сечения [108]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$	КСУ, Дж/см ²
	МПа			
Закалка 860 °С, масло, Отпуск 180 °С				
20	750	1130	10	85
40	600	990	10	90
80	520	870	10	90
100	510	860	10	90

Механические свойства образцов сечением 10 мм в зависимости от температуры отпуска [108]

Температура от пуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж см ²	HRC ₀
	МПа		%			
Закалка 850 °С, масло						
200	1050	1290	11	48	90	62
300	1000	1220	—	50	80	60
400	910	1100	11	51	75	—
500	770	950	14	54	110	—
600	650	770	20	60	180	—

Ударная вязкость в зависимости от температуры, КСУ, Дж/см² [108]

Температура °С						Термообработка
—50	—20	20	200	300	400	
43	62	81—89	44—46	91—94	68—72	Закалка, высокий отпуск

Предел выносливости [108]

σ_{-1} , МПа	n	Образец диаметром 6 мм	Термообработка
320	20·10 ⁶	Гладкий	Нормализация 830 °С. Отпуск 650—670 °С.
210	20·10 ⁶	С надрезом R = 1 мм	$\sigma_{0,2} = 340$ МПа, $\sigma_B = 550$ МПа, HB 170

Технологические свойства

Температураковки, °С: начала 1250, конца 830 [108]. Сечения до 50 мм охлаждаются на воздухе, 51—100 мм в мульде, 101—200 мм в закрытой мульде. Свариваемость — ограниченно свариваемая [2]. Флокочувствительность — чувствительна [81]. Склонность к отпускной хрупкости — склонна [81].

Прокаливаемость [69, 108]

Твердость, HRC₉

Расстояние от торца, мм							
3	5	10	15	20	25	30	40
36,5—47,5	34—44,5	28—41	23—35,5	20,3—32	19—32	17,5—30	17,5—28
Количество мартенсита, %		Критическая твердость, HRC ₉		Критический диаметр, мм			
				в воде		в масле	
50		31—37		33—52		12—28	
90		38—43		23—34		6—14	

Сталь 40ХН

Заменитель — стали: 45ХН, 50ХН, 38ХГН, 40Х, 35ХГФ, 40ХНР, 40ХНМ, 30ХГВТ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Лист толстый ТУ 14-1-1930—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Валки ОСТ 24 013.21—85. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — оси, валы, шатуны, зубчатые колеса, валы экскаваторов, муфты, валы-шестерни, шпиндели, болты, рычаги, штоки, цилиндры и другие ответственные нагруженные детали, подвергающиеся вибрационным и динамическим нагрузкам, к которым предъявляются требования повышенной прочности и вязкости. Валки рельсобалочных и крупносортовых станков для горячей прокатки металла.

Температура критических точек, °С [81]

A _{c1}	A _{c3} (A _{c_m})	A _{r3} (A _{r_{c_m})}	A _{r1}	M _n ([105])
735	768	700	660	305

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	S	Mn	Cr	Ni	P	S	Cu
					не более		
0,36—0,44	0,17—0,37	0,50—0,80	0,45—0,75	1,00—1,40	0,035	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние постав- ки, режимы тер- мообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закал- ка 820 °С, вода или масло. От- пуск 500 °С, вода или масло	25	—	785	980	11	45	69	—
8479—70	Поковки. Нор- мализация	100—300	315	315	570	14	35	34	167—207
		300—500				12	30	29	167—207
		500—800				11	30	29	167—207
	Поковки. Закал- ка, Отпуск	300—500	345	345	590	14	38	49	174—217
		До 100	395	395	615	17	45	59	187—229
		100—300				15	40	54	
		300—500				13	35	49	
		500—800				11	30	39	
		До 100	440	440	635	16	45	59	197—235
		100—300				14	40	54	
		300—500				13	35	49	
		500—800				11	30	39	
		До 100	490	490	655	16	45	59	212—248
		100—300				13	40	54	
		До 100	540	540	685	15	45	59	223—262
100—300				13	40	49			
До 100	590	590	735	14	45	59	235—277		
100—300				13	40	49			

Механические свойства в зависимости от сечения [2]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа		%		

Нормализация 870—925 °С, закалка 790 °С, масло. Отпуск 540 °С

40	780	960	18	58	325
80	730	920	20	54	302
120	710	910	—	50	300

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [82]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
Закалка 820 °С, масло						
400	1220	1370	10	41	32	387
500	1080	1160	14	51	46	302
600	760	910	20	60	83	241

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Темпера- тура испыта- ния, °С	σ_B , МПа	δ_5	ψ	Темпера- тура испыта- ния, °С	σ_B , МПа	δ_5	ψ
		%				%	
Нормализация 850 °С				Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, кованный и нормализованный. Скорость деформирования 50 мм/мин, скорость деформации 0,03 1/с			
20	790	18	48	700	225	36	92
200	750	—	50	800	130	57	96
300	690	20	—	900	91	71	100
400	540	25	65	1000	62	75	100
500	480	25	79	1100	45	76	100
600	350	27	85	1200	31	—	100

Предел выносливости [77, 81]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние стали
490	294	$\sigma_{0,2} = 780$ МПа, $\sigma_B = 980$ МПа, НВ 300—320
441	274	$\sigma_{0,2} = 690$ МПа, $\sigma_B = 880$ МПа, НВ 270—300
392	235	$\sigma_{0,2} = 570$ МПа, $\sigma_B = 780$ МПа, НВ 200—240
314—392 ($n=10^7$)	—	$\sigma_B = 790$ МПа, нормализация, НВ 197

Ударная вязкость при отрицательных температурах, КСУ, Дж/см² [81]

Температура °С				Состояние поставки
+20	-20	-40	-60	
116	116	93	80	Поковка 200×30 мм. Закалка. Отпуск

$\sigma_{2,6/10000}^{425} = 103$ МПа, $\sigma_{6/10000}^{425} = 138$ МПа, $\sigma_{6,5/100000}^{425} = 69$ МПа, $\sigma_{3,2/10000}^{585} = 21$ МПа [2].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 830. Сечения до 50 мм охлаждаются на воздухе, от 51—200 мм — охлаждение в мульде, с 201 до 300 мм — с печью.

Свариваемость — трудносвариваемая. РДС, АДС под флюсом, ЭНЧ. Необходимы подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 166—170 и $\sigma_B = 690$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 1,0$, $K_{\text{в б ст}} = 0,9$.

Флокеночувствительность — повышено чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость [69, 81]

Твердость, HRC₉

Расстояние от торца, мм									
1,3	3,0	4,5	6,0	9,0	12,0	15,0	21,0	27,0	33,0
52,5—58,5	51,5—58,0	49,5—57	48—56	41,5—54,5	35,5—49	32,5—43,5	28—37,5	26,5—33,5	26—31,5
Количество мартенсита, %		Критическая твердость, HRC ₉		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50		44—47		60—112			34—76		
90		50—53		40—86			18—56		

Сталь 45ХН

Заменитель — сталь 40ХН.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69 Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76, Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Трубы ГОСТ 14-21—77

Назначение — коленчатые валы, шатуны, шестерни, шпиндели, муфты, болты и другие ответственные детали

Температура критических точек, °С [105]

A _{с1}	A _{с3} (A _{сm})	Mn
750	790	310

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
					не более		
0,41—0,49	0,50—0,80	0,17—0,37	0,45—0,75	1,00—1,40	0,035	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток Закалка 820 °С, вода или масло. Отпуск 530 °С, вода или масло	25	—	835	1030	10	45	69	—
8479—70	Поковки Закалка Отпуск	До 100	590 640	590 640	735 785	14 13	45 42	59 59	235—277 248—293

Твердость после термообработки и закалки ТВЧ [51]

Режимы термообработки	НВ (HRC ₉), не более
Цианирование 810—830 °С, масло. Отпуск 200 °С, воздух Закалка ТВЧ 850—870 °С. Отпуск 180—220 °С	Сердцевины 450 Поверхности (59) Сердцевины 300 Поверхности (53—57)

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [140]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа		%		
Закалка 815 °С, масло					
200	1530	1690	8	24	460
300	1420	1620	7	32	450
400	1250	1380	10	40	380
500	980	1140	15	52	310
600	750	900	20	60	250

$$\sigma_{1,5/100000}^{290} = 207 \text{ МПа}, \sigma_{1,5/100000}^{650} = 2,0 \text{ МПа}, \sigma_{4/100000}^{425} = 69 \text{ МПа} [24].$$

Механические свойства при повышенных температурах [140]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
	МПа		
Закалка 840 °С, масло. Отпуск 480 °С			
20	720	910	21
150	680	880	19
290	670	—	27
425	520	670	25
535	210	440	33

Предел выносливости [108]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Термообработка
594	892	Закалка 845 °С, вода. Отпуск 480 °С, вода, $\sigma_{0,2}$ = 900 МПа, σ_B = 1150 МПа
506	773	Закалка 845 °С, вода. Отпуск 590 °С, вода, $\sigma_{0,2}$ = 810 МПа, σ_B = 1010 МПа

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 250 мм охлаждаются на воздухе, 251—350 мм — в яме.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — РДС, необходимы подогрев и последующая термообработка

Флокеночувствительность — повышено чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость [84, 108]

Расстояние от горца, мм								Закалка 845 °C Твердость HRC _a
3	6	12	18	24	30	36	42	
57,5	57,5	57	56	53,5	50,5	48	44,5	
Закалка 830 °C				Критическая твердость, HRC _a				Критический диаметр в масле, мм
Отпуск 480 °C Отпуск 370 °C				32—40 38—47				

Сталь 50XH

Заменитель — стали 40XH, 60XH.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 10702—78, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прут ГОСТ 10702—78, ГОСТ 1051—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прут и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Валки ОСТ 24.013.21—5. ОСТ 24.013.04—83. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — валки для горячей прокатки, валы-шестерни, зубчатые колеса, бандажи, коленчатые валы, шатуны, болты, выпускные клапаны и другие крупные ответственные детали.

Температура критических точек, °С [143]

A _{с1}	A _{с3} (A _{сm})	A _{г3} (A _{гm})	A _{г1}	Мн 105
735	755	690	660	300

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
					не более		
0,46—0,54	0,50—0,80	0,17—0,37	0,45—0,75	1,00—1,40	0,035	0,035	0,30

Механические свойства

Режимы термической обработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₀), не более
		МПа		%			
		не менее					
Пруток. Закалка 820 °С, вода или масло. Отпуск 530 °С, вода или масло	25	885	1080	9	40	49	—
Закалка 810—830 °С, масло. Отпуск 180—220 °С, воздух	40	1470	1670	8	25	39	(50—55)
Закалка 820 °С, масло. Отпуск 500 °С, вода или масло	60	780	980	9	40	49	269
Закалка 820—840 °С, масло. Отпуск 550—600 °С, вода или масло	120	640	780	—	—	59	250—285
Поковка. Нагрев до 1200 °С, выдержка 10 ч, ковка, изотермический отжиг, нормализация, высокий отпуск	960	330	720	10	9	20	—
	960 *	380	770	18	37	35	—
Нормализация 840—870 °С, воздух. Отпуск 530—630 °С, печь	100—300	450	760	12	35	29	229—285
	301—600	420	730	12	30	25	223—269
	601—900	390	690	11	25	—	207—255
	901—1200	340	670	10	20	—	201—241

* Место вырезки образцов — край.

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [2]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа		%		
Закалка 800 °С, масло					
200	1520	1760	8	25	460
300	1420	1640	7	32	445
400	1220	1420	11	41	385
500	980	1160	14	52	310
600	740	930	20	60	250

Механические свойства в зависимости от температуры испытаний, ГСССД 55—83

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		
Закалка 840 °С, масло. Отпуск 480 °С			
20	720	910	21
150	680	880	—
290	670	—	27
425	520	670	25

Ударная вязкость заготовок сечением 670 мм при отрицательных температурах, КСУ, Дж/см² [9]

Температура, °С		Термообработка
—20	—60	
16—43	8—22	Нагрев до 1200 °С, выдержка 10 ч, ковка, изотермический отжиг. Нормализация, высокий отпуск

Технологические свойства [82]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 250 мм охлаждаются на воздухе, 251—350 мм — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций (кроме КТС).

Обрабатываемость резанием — в нормализованном и отпущенном состоянии при НВ 170—217, $K_{pb.ст} = 0,7$, $K_{pb.спл} = 0,8$.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость [82]

Расстояние от торца, мм										Закалка 845 °С Твердость, HRC ₃
1,5	10,5	15	18	21	24	27	30	33	39	
57	57,5	57	56	54,5	53,5	52,5	51	49,5	46	

Сталь 20ХНР

Заменитель — сталь 20ХН.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71.

Назначение — зубчатые колеса, валы-шестерни, червяки, кулачковые муфты, валки, пальцы, втулки и другие нагруженные крупные детали, работающие в условиях ударных нагрузок.

Температура критических точек, °С [82]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (Arc_m)$	A_{r1}
740	830	725	650

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu	П	В
					не более				
0,16— 0,23	0,60— 0,90	0,17— 0,37	0,70— 1,10	0,80— 1,10	0,035	0,035	0,30	0,06	0,001— 0,005

Механические свойства прутка сечением 15 мм по ГОСТ 4543—71

Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Нормализация 930—950 °С, воздух. За- калка 780—830 °С, масло. Отпуск 200 °С, воздух или масло	980	1180	10	50	88

Твердость после термообработки [82]

Режим термообработки	HRC ₃
Цементация 930 °С, охлаждение замедленное в колодцах или ящиках. Закалка 820—840 °С, масло. Отпуск 180—200 °С, воздух	Сердцевины 37—47 Поверхности 57—63

Механические свойства в зависимости от сечения [82]

Се еңне, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
Нормализация 930 °С, воздух. Закалка 840 °С, масло. Отпуск 200 °С, воздух						
25	1370	1420	14	60	108	418
50	1110	1200	—	62	147	340
75	970	1060	15	60	108	302
100	920	1000	15	60	127	302
150	830	1000	16	—	98	286

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [37]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 860 °C, масло. Охлаждение после отпуска в масле						
200	1220	1520	10	54	49	47
300	1200	1400	—	—	49	46
400	1180	1250	11	57	69	43
500	880	980	14	64	127	34
600	740	780	16	65	172	28

Предел выносливости [82]

σ_{-1} МПа	n	Термообработка
578	10 ⁶	Нормализация 930 °С. Закалка 840 °С, масло. Отпуск 200 °С. $\sigma_B = 470$ МПа

Ударная вязкость KCU, Дж/см² [50]

Температура, °С				Термообработка
+20	-20	-40	-60	
61	61	62	60	Закалка 860 °С, масло. Отпуск 200 °С, масло, HRC ₉ 47 Закалка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С, масло, HRC ₉ 33
125	110	120	117	

Технологические свойства [82]

Температура ковки, °С: начала 1150, конца 800.

Свариваемость — РДС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Флокеночувствительность — чувствительна

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость [37, 82]

Расстояние от торца, мм										Закалка 860 °С Твердость для полос прокаливаемости, HRC ₉
1,5	3	4,5	6	9	12	15	21	27	239	
43— 48,5	43,5— 49	43— 49,5	42,5— 49,5	41— 49,5	39,5— 49	38— 48,5	35— 47,5	31— 45	26— 40	
Термообработка				Количество мартенсита, %		Критическая твердость, HRC ₉		Критический диаметр в масле, мм		
Закалка 880 °С, масло				50		39		38		

Сталь 12ХН2 (12ХН2А)

Заменитель — стали: 20ХНР, 20ХГНР, 12ХНЗА, 18ХГТ, 20ХГР.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69 Калиброванный прутки ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованные заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 8731—87, ГОСТ 8732—78, ГОСТ 9567—75, ОСТ 14-21—77.

Назначение — шестерни, валы, червяки, кулачковые муфты, поршневые пальцы и другие цементуемые детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевин и высокой поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок и при отрицательных температурах.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁	Mn [105]
715	773	726	659	405

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P	Марка стали
					не более			
0,09— 0,16	0,30— 0,60	0,17— 0,37	0,60— 0,90	1,50— 1,90	0,30	0,035 0,025	0,035 0,025	12XH2 12XH2A

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₀), не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток Закалка 860 °С, вода или масло. Закалка 760—810 °С, вода или масло. Отпуск 180 °С, воздух или масло	15	590	780	12	50	88	—
ГОСТ 8731—74	Трубы горячек формованные термически обработанные	—	392	539	14	—	—	—
[82]	Цементация 920—950 °С. Закалка 790—810 °С, масло. Отпуск 180—200 °С, воздух	100	590	780	12	45	60	249 Поверхности (57—63)
[82]	Цианирование 840—860 °С. Закалка 840—860 °С, масло. Отпуск 180—200 °С, воздух	60	590	780	12	50	88	229 Поверхности (57)

Механические свойства в зависимости от сечения. Сталь 12ХН2А [130]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см³
		МПа		%		

Закалка 880 °С, масло. Отпуск 600 °С, вода

30	Ц	420	550	29	79	363
50	Ц	400	550	31	78	363
100	Ц	370	510	30	76	—
100	К	390	530	33	77	—

Закалка 880 °С, через воду в масло. Отпуск 600 °С, вода

50	Ц	450	600	28	77	363
100	Ц	390	540	29	77	—
100	К	420	550	30	77	—

**Механические свойства в зависимости от температуры отпуска
(Сталь 12ХН2А) [130]**

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC _B
	МПа		%			
Нормализация 860 °С, воздух. Закалка 810 °С, масло						
200	830	1050	13	66	208	27
300	860	980	12	68	207	25
400	890	950	12	70	235	24
500	780	830	15	72	269	HB 216
600	590	670	22	76	195	HB 321

Кратковременная теплопрочность (Сталь 12ХН2А) [130]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
Нормализация 860 °С, воздух. Закалка 810 °С, масло. Отпуск 600 °С, воздух				
100	510	600	21	74
200	495	590	20	72
300	485	580	20	74
400	460	540	22	79
500	370	410	23	81
600	210	245	41	89
700	97	120	73	—
800	59	78	75	79

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² (Сталь 12ХН2А) [130]

Температура, °С			Состояние поставки и термообработка
+20	-40	-50	
353	323	206	Сечение 30 мм. Закалка 880 °С, масло. Отпуск 530 °С, вода.
323	265	304	Сечение 100 мм. Место вырезки образцов— край. Закалка 880 °С, масло. Отпуск 530 °С, вода
314	304	—	Сечение 100 мм Место вырезки образцов — центр. Закалка 880 °С, масло. Отпуск 530 °С, вода
49	8	—	Сечение 10 мм. Газовая цементация 910 °С, 3 ч. Закалка 810 °С, масло. Отпуск 200 °С, 1 ч

Предел выносливости [82]

σ_{-1} , МПа	n	Термообработка
323	10 ⁶	$\sigma_B = 740$ МПа. Закалка 820 °С, масло. Отпуск 580 °С

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—300 мм — в мульде.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. РДС, АДС под флюсом.

Обрабатываемость резанием — НВ 156—207, $K_{\text{в. ст}} = 0,7$, $K_{\text{тв. спл}} = 0,8$ [51].

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпусковой хрупкости — склонна.

Прокаливаемость [50, 104]

Расстояние от торца, мм							Закалка 900 °C Твердость, HRC _a
1,5	3	4,5	6	9	12	15	
35,5	32	29	27	23	20	19	
Количество мартенсита, %		Критический диаметр, мм					
		в воде		в масле			
50		40					25

Сталь 12ХНЗА

Заменитель — стали: 12ХН2, 20ХНЗА, 25ХГТ, 12Х2Н4А, 20ХНР.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 21729—76, ГОСТ 8734—75, ГОСТ 9567—75.

Назначение — шестерни, валы, червяки, кулачковые муфты, поршневые пальцы и другие цементуемые детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевинны и высокой поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок или при отрицательных температурах.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁	Мн [123]
715	773	726	659	380

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

С	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
					не более		
0,09—0,16	0,30—0,60	0,17—0,37	0,60—0,90	2,75—3,15	0,025	0,025	0,30

**Механические свойства заготовки диаметром 70 мм
в зависимости от температуры отпуска [84]**

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
Закалка 800 °С, масло						
200	1270	1370	12	60	98	400
300	1130	1270	13	68	78	380
400	1080	1200	14	68	83	375
500	930	1030	19	70	118	280
600	670	730	24	75	167	230

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₀ по- верхности
	МПа		%			
Ложная цементация 910 °С, 9 ч. Закалка 810 °С, масло. Отпуск 200 °С, на воздухе						
10	1080	1220	13	60	157	35
15	780	980	16	65	152	32
20	730	880	16	70	165	30
25	640	830	20	70	192	28

**Механические свойства образцов диаметром 28—50 мм при
повышенных температурах [179]**

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
Отжиг 880—900 °С. Закалка 860 °С, масло. Отпуск 600 °С, 3 ч					
20	540	670	21	75	274
200	520	630	20	74	216
300	500	630	12	70	211
400	430	530	20	75	181
500	390	410	19	86	142
550	240	260	21	82	—

Механические свойства прутка

Источник	Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	σ_s	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ (HRC ₀), не более
			МПа		%			
			не менее					
4543—71	Закалка 860 °С, вода или масло. Закалка 760—810 °С, вода или масло. Отпуск 180 °С, воздух или масло	15	685	930	11	55	88	—

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ Дж/см ²	НВ (HRC _B), не более
			МПа		%			
			не менее					
[81]	Цементация 920—950 °С. Закалка 800—820 °С, масло. Отпуск 160—200 °С, воздух	60	830	980	12	55	118	Поверхности (59—64), сердцевины 303
		100	690	830	10	50	78	Поверхности (57—63), сердцевины 250

**Ударная вязкость прутков сечением 10 мм,
КСУ, Дж/см² [130]**

Температура, °С		Термообработка
+20	—40	
127 42	103 14	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 200 °С, 1 ч. HRC _B 37 Газовая цементация 910 °С, 3 ч. Закалка 810 °С, масло. Отпуск 200 °С, 1 ч HRC _B 58

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Образец диаметром 10 мм и длиной 50 мм, кованный и отожженный. Скорость деформирования 5 мм/мин. Скорость деформации 0,002 1/с

700	70	140	41	78	—
800	29	89	61	97	—
900	27	68	58	100	—
1000	23	44	63	100	—
1100	23	43	73	100	—
1200	12	25	70	100	—
1250	10	18	67	100	—

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние стали
382 338 382—461 441	— 230 216—255 245	$\sigma_{0,2}$ = 680 МПа, σ_B = 960 МПа, НВ 322 [2] $\sigma_{0,2}$ = 610 МПа, σ_B = 730 МПа, НВ 238 [104] σ_B = 690 МПа, n = 10 ⁶ [179] σ_B = 910 МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1220, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—300 мм — в яме.

Свариваемость — ограниченная. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 183—187 $K_{\text{тв,спл}} = 1,26$, $K_{\text{рб.ст}} = 0,95$

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71) [50, 72]

Расстояние от торца, мм (вакалка 840 °С)									
1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	12	15	21,0	27,0
38,5—43	37—43	35—42	31,5—41	25—40,5	22—38,5	35	32	28,5	26,5
Количество мартенсита, %		Критический диаметр, мм							
		в воде				в масле			
50		32—65				20—50			
95		18—29				10—17			

Сталь 12Х2Н4А

Заменитель — стали: 20ХГНР, 12ХН2, 12ХН3А, 20Х2Н4А, 20ХГР.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прут ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прут и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — зубчатые колеса, валы, ролики, поршневые пальцы и другие крупные особо ответственные цементуемые детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок или при отрицательных температурах.

Температура критических точек, °С [130]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	M_n [2]
745	800	675	625	438

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
					не более		
0,09—0,15	0,30—0,60	0,17—0,37	1,25—1,6 ^а	3,25—3,65	0,025	0,025	0,30

Механические свойства прутка

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ Дж/см ²	НВ (HRC ₉), не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Закалка 860 °С, масло. Закалка 760—800 °С, масло. Отпуск 180 °С, воздух или масло	15	930	1130	10	50	88	—
[50]	Цементация 920— 950 °С. Закалка 780— 800 °С, масло. Отпуск 180—200 °С	60	950	1200	10	50	80	255—302 Поверх- ности (59—63)

Механические свойства в зависимости от сечения

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉ по- верхности	НВ
	МПа		%				

Закалка 850 °С, масло. Отпуск 200 °С, воздух [130]

5	1080	1270	13	60	105	39	—
15	930	1080	14	65	116	38	—
20	830	980	16	70	147	37	—
25	780	930	17	70	162	36	—

Закалка 780 °С, масло. Отпуск 130 °С, воздух [2]

20	980	1240	10	63	196	—	375
40	860	1180	11	64	172	—	355
60	690	1080	13	61	137	—	325

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [108]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	ψ , %	КСУ, Дж/см²
	МПа			

Закалка 900 °С, масло

200	1240	1560	49	88
300	1320	1540	56	74
400	1200	1320	59	103
500	1130	1200	62	125

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, прокатанный.
Скорость деформирования 20 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с

800	99	115	35	91
900	64	80	56	96
1000	43	54	65	100
1100	31	42	64	100
1200	20	28	58	100
1250	15	23	62	100

Ударная вязкость заготовок сечением 10 мм, КСУ, Дж/см² [130]

Температура, °С		Термообработка
+20	-40	
102	91	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 200 °С, 1 ч, HRC ₉ 40 Газовая цементация 910 °С (по 4-м граням), 3 ч. Закалка 810 °С, масло. Отпуск 200 °С, 1 ч. Глубина слоя 0,65 мм. HRC ₉ поверхности = 58
34	25	

Предел выносливости [84]

σ_{-1} , МПа	Термообработка
630 ($n = 10^6$)	Закалка 860 °С, масло. Закалка 780 °С, масло. Отпуск 180 °С. $\sigma_{0,2} = 1030$ МПа, $\sigma_B = 1220$ МПа. Закалка 860 °С Закалка 780 °С, масло Отпуск 180 °С. $\sigma_{0,2} = 980$ МПа, $\sigma_B = 1180$ МПа. Нормализация 920 °С, воздух Закалка 810 °С, масло. Отпуск 200 °С $\sigma_{0,2} = 1140$ МПа, $\sigma_B = 1350$ МПа Цементация 910 °С. Закалка 790 °С, масло. Отпуск 200 °С. $\sigma_{0,2} = 930$ МПа, $\sigma_B = 1180$ МПа
421	
519	
676	

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1220, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—300 мм — в яче.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом

Обрабатываемость резанием — при HB 183—187, K_{VB} , $с_{т} = 0,96$, $K_{с\,т\,в}$, $с_{пл} = 1,26$ [162]

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71) [72]

Расстояние от торца, мм (закалка 860 °С)									
1,5	3	4,5	9	12	15	18	21	24	30
38,5— 43,5	37,5— 43,5	37,5— 43,5	35,5— 43,5	34— 43,5	32— 43,5	31— 42,5	30,5— 42	28,5— 41,5	28— 40,5
Количество мартенсита, %				Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
95				30—100			18—80		

Сталь 30ХН3А

Заменитель — стали: 30Х2ГН2, 25Х2ГНТА, 34ХН2М.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — венцы ведомых колес тяговых зубчатых передач электропоездов, шестерни и другие улучшаемые детали. Может применяться при температуре —80 °С (толщина стенки не более 100 мм)

Температура критических точек, °С [130]

$A_{с1}$	$A_{с3}$ ($A_{сm}$)	$A_{г3}$ ($A_{гсm}$)	$A_{г1}$	$M_{н}$ [105]
700	800	680	610	305

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	S	P	Cu	Ni	Al	Nb	Ti	Zr	Hf	N	O	H	Fe
0,27—0,33	0,30—0,60	0,17—0,37	0,60—0,90	2,75—3,15	0,025	0,025	0,30								

Механические свойства прутка

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₉ , не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Закалка 820 °С, масло. Отпуск 530 °С, вода или масло	25	785	980	10	50	78	—
		5	1420	1670	13	50	66	50
		20	1370	1670	12	45	49	49

**Ударная вязкость после закалки 820 °С, масло и отпуска,
КСУ, Дж/см² [28]**

Температура, °С			Температура отпуска, °С
+20	—40	—50	
79	76	73	200
80	70	74	250
61	44	37	300
51	37	27	400
122	87	72	500
192	182	179	600

**Механические свойства в зависимости от температуры испытания
и температуры отпуска [126]**

Температура, °С		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
отпуска	испытания	МПа		%	

Закалка 820 °С, масло

300	20	1330	1540	8	56
	250	—	1460	12	57
400	20	1270	1320	9	59
	250	—	1250	13	65
	400	—	730	17	75
500	20	1030	1140	12	62
	250	—	1090	13	67
	400	—	730	17	76
	500	—	305	34	82

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [130]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			

Закалка 820 °С, масло

200	1460	1620	8	50	80	52
300	1400	1530	7	50	59	50
350	1290	1430	8	50	47	48
400	1180	1290	10	52	54	45
500	920	1070	17	60	107	38
600	780	850	21	64	157	33

Механические свойства в зависимости от сечения [2]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Закалка 820 °С, масло. Отпуск 580—600 °С, воздух						
20	830	930	20	66	147	390
40	810	910	20	65	147	380
60	780	880	20	62	142	370
80	730	850	20	61	132	360

Предел выносливости [50, 162]

σ_{-1} , МПа	Термообработка
510	Закалка 830 °С, масло. Отпуск 430 °С, $\sigma_B = 1330$ МПа Закалка 830 °С, масло. Отпуск 580 °С, $\sigma_B = 950$ МПа $\sigma_B = 1050$ МПа $\sigma_B = 830$ МПа
420	
480	
372	

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1220, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—300 мм — в яме.

Свариваемость — ограниченная. Способы сварки: РДС, ЭШС. Необходимы подогрев и последующая термическая обработка [50].

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [50, 125, 140]

Расстояние от торца, мм (закалка 870 °С)							
15	6	12	18	24	30	36	42
53	53,5	53	52,5	52	52,5	52,5	51,5
Количество мартенсита, %	Критическая твердость, HRC ₉	Критический диаметр, мм					
		в воде			в масле		
—	42	40			20		
50	—	—			100		

Сталь 20ХН3А

Заменитель — стали: 20ХГНР, 20ХНГ, 38ХА, 15Х2ГН2ТА, 20ХГР.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — шестерни, валы, втулки, силовые шпильки, болты, муфты, червяки и другие цементуемые детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и высокой поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок и при отрицательных температурах.

Температура критических точек, °C [130]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _m)	Ar ₁	Mn [105]
730	810	700	615	340

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
					не более		
0,17—0,24	0,30—0,60	0,17—0,37	0,60—0,90	2,75—3,15	0,025	0,025	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB (HRC ₃) ₂ не более
				МПа		%			
				не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток. Закалка 820 °С, масло. Отпуск 500 °С, вода или масло	15	—	735	930	12	55	108	—
ГОСТ 8479—70	Поковки Закалка. Отпуск	До 100	590 685	590 685	735 835	14 13	45 42	59 59	235—277 262—311
[81]	Цементация 920—950 °С. Нормализация 870—890 °С, воздух * Отпуск 630—660 °С, воздух * Закалка 790—810 °С, масло. Отпуск 180—200 °С, воздух	100	—	690	830	11	50	69	Сердцевины 240, поверхности (59—63)

* Операции применяются для ответственных деталей сложной конфигурации с целью понижения устойчивости остаточного аустенита в цементационном слое, получение более высокой и равномерной твердости с поверхности после закалки и низкого отпуска и уменьшения деформации.

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC _в по верхности
	МПа		%			
Закалка 850 °С, масло. Отпуск 200 °С, воздух						
5	1220	1420	12	55	86	44
15	1180	1370	13	65	76	44
20	1080	1270	13	65	89	44
Закалка 880 °С, масло. Отпуск 600 °С, воздух						
30	700	800	20	70	167	—
50	610	730	19	71	167	—
80	580	700	23	68	167	—
220	510	660	14	51	167	—
220 *	570	690	23	67	157	—

* Место вырезки образцов — край.

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [130]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC _B
	МПа		%			
<i>Нормализация 860 °С, воздух. Закалка 810 °С, масло</i>						
200	1270	1510	15	60	73	43
300	1260	1370	12	62	54	42
400	1180	1260	13	64	59	39
500	960	1000	19	66	83	32
600	720	780	24	73	162	22

Предел выносливости при $n = 10^6$ [82]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Термообработка
382	—	$\sigma_B = 960$ МПа. Закалка 820 °С, масло. Отпуск 200 °С
338	225	$\sigma_B = 730$ МПа. Закалка 820 °С, масло. Отпуск 500 °С
421	—	$\sigma_B = 940$ МПа. Закалка 800 °С, масло. Отпуск 500 °С

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [130]

Температура, °С				Состояние поставки и термообработка
+20	-20	-40	-50 (-60)	
86	—	85	—	Заготовка сечением 10 мм. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 200 °С

Температура, °С				Состояние поставки и термообработка
+20	-20	-40	-50 (-60)	
167	—	69	64	Заготовка сечением 30 мм. Закалка 880 °С, масло. Отпуск 560 °С
167	—	83	73	Заготовка сечением 50 мм. Закалка 880 °С, масло. Отпуск 560 °С
167	—	69	—	Заготовка сечением 80 мм. Закалка 880 °С, масло. Отпуск 560 °С
196	122	100	(86)	Нормализация 860 °С, воздух. Закалка 810 °С, масло. Отпуск 600 °С
167	—	118	78	Заготовка сечением 220 мм. Закалка 880 °С, масло. Отпуск 630 °С

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1220, конца 800. Заготовка сечением до 100 мм охлаждается на воздухе, 101—300 мм — в яме.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 177, $\sigma_B = 610$ МПа, $K_{0.6, \text{ст}} = 0,95$.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 4543—71) [69]

Расстояние от торца, мм (закалка 830 °С)									
1,5	3	4,5	6	7,5	9	12	15	21	39
43—51	42—50,5	41—50	39—49	37,5—47,5	35,5—46	33—43	31—40,5	27,5—35,5	22—31
Количество мартенсита, %		Критическая твердость, HRC ₉		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50		32—37		70—96			44—62		
90		39—44		42—64			20—38		

Сталь 20Х2Н4А

Заменитель — стали: 20ХГНР, 15ХГН2ТА, 20ХГНТР.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованные заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — шестерни, вал-шестерни, пальцы и другие цементуемые особо ответственные высоконагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и высокой поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок или при отрицательных температурах.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r1}
710	800	640

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
					не более		
0,16—0,22	0,30—0,60	0,17—0,37	1,25—1,65	3,25—3,65	0,025	0,025	0,30

Механические свойства прутка

Источник	Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₀), не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Закалка 860 °С, масло. Закалка 780 °С, масло. Отпуск 180 °С, воздух или масло	15	1080	1270	9	45	78	—
[81]	Цементация 900—920 °С, воздух. Закалка 780— 810 °С, масло Отпуск 180—200 °С, воздух	50	1050	1220	12	45	118	Сердцевинны 360, поверхности (57—64)
	Цементация 920—950 °С. Нормализация 900— 920 °С, воздух * или за- калка 880—920 °С, мас- ло *. Отпуск 630— 660 °С, воздух *. Закал- ка 780—820 °С, масло. Отпуск 150—200 °С, воз- дух	150	830	1080	9	35	78	Сердцевинны 321—420, поверхности (57—64)

* Операции применяются для особо ответственных или сложной конфигурации деталей с целью понижения устойчивости остаточного аустенита в цементованном слое, получения более высокой и равномерной твердости с поверхности после закалки и низкого отпуска, уменьшения деформации.

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [108, 162]

Температура, °C				Термообработка
+20	-20	-40	-70	
147	147	157	—	Закалка 820 °C, масло. Отпуск 500 °C. Образцы из поковки (Закалка 880 °C, масло. Закалка 780 °C, масло. Отпуск 200 °C): продольные поперечные
65	61	63	62	
32	33	35	30	

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [108]

Температура отпуска, $t^{\circ}\text{C}$	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 840 °C, масло

200	1360	1500	7	56	120
300	1280	1400	7	60	100
400	1140	1300	7	63	120
500	970	1170	10	67	220
600	790	1000	11	72	235

Механические свойства в зависимости от сечения [108]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Закалка, отпуск

30	820	940	12	50	80	277
50	820	940	12	50	70	277
80	820	940	12	50	70	269
120	780	900	12	50	60	262
160	760	880	12	50	60	262
200	740	860	12	50	60	262
240	720	860	12	50	60	255

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

*Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, кованный и отожженный.
Скорость деформирования 5 мм/мин. Скорость деформации 0,002 1/о*

700	63	120	56	78
800	45	56	64	95
900	36	56	58	100
1000	22	37	63	100
1100	20	27	59	100
1150	16	26	65	100
1220	16	22	71	100

Предел выносливости [81, 84]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние стали
617	372	$\sigma_{0,2} = 1050$ МПа, $\sigma_B = 1220$ МПа, НВ 360
333	230	$\sigma_{0,2} = 610$ МПа, $\sigma_B = 730$ МПа, НВ 238
382	—	$\sigma_{0,2} = 680$ МПа, $\sigma_B = 960$ МПа, НВ 322
421	—	$\sigma_{0,2} = 850$ МПа, $\sigma_B = 940$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С начала 1200, конца 800 Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—350 мм — в яме

Свариваемость — трудносвариваемая Способы сварки: РДС, АДС под флюсом, ЭПС Необходимы подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — после нормализации и отпуска при $\sigma_B = 880$ МПа, НВ 259 $K_{об ст} = 0,63$, $K_{в тв спл} = 0,72$ [100].

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [84]

Расстояние от торца, мм								
5	10	15	20	30	40	50	60	
41,5— 49,5	40,5— 48,5	35,5— 45,5	31—40	28— 36,5	25—33	23,5— 31	23— 30,5	22,5— 30,5

Примечание. Нормализация 850 °С Закалка 840 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₃

Сталь 38ХГН

Заменитель — сталь 38ХГНМ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруткок и сербрынка ГОСТ 14955—77 Полоса ГОСТ 103—76 Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70, ГОСТ 1133—71. Трубы ОСТ 14-21—77

Назначение — детали экскаваторов, крепеж, валы, оси, зубчатые колеса, серьги и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности.

Температура критических точек, °С

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	M_n [108]
725	830	690	600	320

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
					не более		
0,35—0,43	0,80—1,10	0,17—0,37	0,50—0,80	0,70—1,00	0,035	0,035	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние по ставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ (HRC ₀), не более
				МПа		%			
				не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 570 °С, вода или масло	25	—	685	780	12	45	98	—
ГОСТ 8479—70	Поковки. Закалка Отпуск	300—500	315	315	570	12	30	29	167—207
	Нормализация	500—800 До 100	315 345	315 345	570 590	11 18	30 45	29 59	167—207 174—217
	Закалка. Отпуск	300—500	345	345	590	14	38	49	174—217
		500—800		345	590	12	33	39	
		100—300	395			15	40	54	187—229
		300—500		395	615	13	35	49	
		500—800				11	30	39	
		До 100	440	440	635	16	45	59	197—235
		300—500		440	635	13	35	49	
	До 100	490	490	655	16	45	59	212—248	
100—300		490	655	13	40	54			
До 100	540	540	685	15	45	59	223—262		
100—300		540	685	13	40	49			
До 100	590	590	735	14	45	59	235—277		
[81]	Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 180—200 °С, воздух	40	—	1340	1470	7	30	—	(50—53)
	Закалка. Отпуск 650 °С	100	—	690	880	—	60	147—178	241

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [108]

Температура, °C				Состояние поставки и термообработка
+20	-20	-40	-60	
98	70	63	46	Сечение 200 мм. Закалка через воду на воздухе и опять в воде (вода 2—4 мин, воздух 1—2 мин, вода 2—4 мин). Отпуск 620—640 °C Закалка 850 °C. Отпуск 650 °C
178	169	127	92	

Предел выносливости [108]

σ_1 , МПа	Термообработка
440	Закалка 840 °C, масло. Отпуск 580 °C. $\sigma_B = 840$ МПа

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Закалка 850 °C, масло

200	1580	1780	15	36	28	499
300	1470	1670	16	40	19	478
400	1290	1370	16	41	47	415
500	1150	1200	16	46	78	350
600	950	1040	19	54	157	269

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

*Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, кованный и отожженный,
Скорость деформирования 5 мм/мин, скорость деформации 0,002 1/с*

700	185	200	34	93
800	89	135	57	98
900	52	76	68	100
1000	27	50	75	100
1100	18	35	66	100
1200	10	20	66	100

Механические свойства поковок в зависимости от сечения

Сечение, мм	Место вы- резки об- разца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
		МПа		%			
Закалка 850 °С, вода или масло. Отпуск 560 °С, вода [10]							
250	К	700	850	15	54	69	269
	1/3R	660	810	16	51	64	255
	Ц	700	860	17	48	59	241
350	К	730	840	17	59	83	262
	1/3R	660	800	16	50	54	255
	Ц	690	870	14	43	49	248
450	К	730	890	15	54	73	262
	1/3R	690	840	15	47	49	248
	Ц	590	810	15	32	35	235
Закалка 850 °С, через воду в масло. Отпуск 560 °С, 10 ч, вода [17]							
550	К	800	930	16	52	69	275
	1/3R	660	870	14	52	54	275
	Ц	490	730	15	30	60	229

Технологические свойства [105]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 250 мм охлаждаются на воздухе, 251—350 мм — в яме.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки: РДС. Необходимы подогрев и последующая термообработка.

Обработываемость резанием — после закалки и отпуска при НВ 187—236 и $\sigma_B = 640$ МПа $K_{0,6,ст} = 0,9$, $K_{0,6,спл} = 1,0$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонная.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Сталь 20ХГНР

Заменитель — стали: 20ХН3А, 12ХН2, 12ХН3А.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 1051—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованные заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — зубчатые колеса, вал-шестерин, червяки, кулачковые муфты, валики, втулки и другие ответственные детали, работающие в условиях ударных нагрузок

Температура критических точек, °С [82]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}	Ми [46]
740	830	725	650	365

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu	Гі	В
					не более				
0,16— 0,23	0,70— 1,00	0,17— 0,37	0,70— 1,10	0,80— 1,10	0,035	0,035	0,30	0,06	0,001— 0,005

Механические свойства прутка

Источник	Состояние постав- ки, режимы тер- мообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ (HRC ₉), не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Нормализация 930—950 °С, воз- дух Закалка 780— 830 °С, масло От- пуск 200 °С, воз- дух или масло	15	1080	1270	10	50	88	—
[81]	Цементация 930— 950 °С. Закалка 830—850 °С, мас- ло. Отпуск 170— 230 °С, воздух	15	1360	1460	13	60	118	Поверх- ности (57—63)
		25	1310	1410	14	64	127	Поверх- ности (57—63)
		50	1160	1260	13	64	127	Сердцевины 340, по- верхности (57—63)
		75	1080	1140	12	60	127	Сердцевины 321, поверх- ности (57—63)
		100	930	1040	17	66	127	Сердцевины 302, поверх- ности (57—63)
		150	880	1040	17	50	108	Сердцевины 286, поверх- ности (57—63)

Механические свойства прутков в зависимости от сечения [82]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Нормализация 930 °С, воздух. Закалка 840 °С, масло.
Отпуск 200 °С, воздух

25	1370	1420	14	60	108	418
50	1110	1200	12	62	147	340
75	970	1060	15	60	108	302
100	920	1000	15	60	127	302
150	830	1000	16	50	98	286

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [80]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₂
	МПа		%			

Закалка 860 °С, масло. Охлаждение после отпуска в масле

200	1250	1510	11	55	61	47
300	1230	1400	8	50	62	47
400	1180	1240	11	58	69	43
500	970	970	14	64	125	33
600	690	820	17	65	182	27

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, прокатный.
Скорость деформирования 20 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с

800	115	12	41	84
900	73	81	47	100
1000	32	44	58	100
1100	19	29	63	100
1200	15	25	76	100

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [82]

Температура, °C					Термообработка
+20	-20	-40	-60	-80	
61	61	62	60	61	Закалка 860 °C, масло. Отпуск 200 °C, масло. HRC ₉ 47 Закалка 860 °C, масло. Отпуск 500 °C, масло. HRC ₉ 33
125	110	120	117	89	

Предел выносливости заготовки сечением 20 мм [108]

σ_{-1} , МПа	n	Термообработка
590	10 ⁷	Нормализация 930 °C, 3 ч, воздух. Закалка 840 °C, масло. Отпуск 200 °C, 2 ч. $\sigma_B = 1480$ МПа

Технологические свойства [82]

Температураковки, °C: начала 1150, конца 800. Сечения более 60 мм охлаждаются замедленно.

Свариваемость — РДС. Рекомендуется подогрев и последующая термическая обработка.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость [104, 108]

Твердость, HRC₉

Расстояние от торца, мм (закалка 860 °C)									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	21	27	39
43— 48,5	43,5— 49	43— 49,5	42,5— 49,5	41— 49,5	39,5— 49	38— 48,5	35— 47,5	31—45	26—40
Термообработка				Критическая твердость, HRC ₉			Критический диаметр в масле, мм		
Закалка 820 °C				39—41 40—44			100 50		

Сталь 30ХГСН2А

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1051—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 11269—76. Лист тонкий ГОСТ 11268—76. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 14-21—77.

Назначение — шестерни, фланцы, кулачки, пальцы, валики, оси, шпильки и другие ответственные тяжелоагрессивные детали.

Температура критических точек, °С [108]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	M_n
705	800	321

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
					не более		
0,27—0,34	1,00—1,30	0,90—1,20	0,90—1,20	1,40—1,80	0,025	0,025	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5 (\delta_{10})$	Ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
		не менее				
4543—71	Пруток. Закалка 900 °С, масло. Отпуск 260 °С, воздух или масло	1375	1620	9	45	59
11269—76	Листы умягченные или нормализованные 1, 3, 5-й категорий (Образцы поперечные)	—	490—830 490—830	19 (15)	—	—

Механические свойства в зависимости от сечения [108]

Сечение, мм	Направление вырезки образцов	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
Закалка 900 °С, масло. Отпуск						
100	Пр П	540—570 470—490	800—820 780—810	20—23 20	64—66 52—60	100—110 50—75
150	Пр П	500—520 480—490	780 710—780	20—23 15—20	64 36—51	90—100 70—90
250	Пр П	500—520 500—520	— —	18—23 16—17	58—65 46—51	100—110 75
Закалка 900 °С, вода. Отпуск						
100	Пр П	1000—1020 1070—1170	1190—1230 1260—1290	16—17 8—10	43—54 29—35	95—120 75—100
150	Пр П	940—980 1030—1050	1160—1170 1090—1150	9—13 3—5	26—36 9—10	85 70—90
250	Пр П	940—960 1000	1130—1170 880—1080	15—18 4	23—41 7—8	80—90 60—75

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [108]

Температура, °С			Термообработка
+20	—20	—60	
220	120	80	Закалка 900 °С, масло. Отпуск 650 °С, выдержка 2,5 ч, масло

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [108]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	HRC _B
	МПа		%			
Закалка 900 °С, масло, охлаждение после отпуска в масле						
200	1500	1900	15	55	120	52
300	1500	1800	15	53	90	51
400	1350	1500	15	52	80	49
500	1150	1300	16	50	80	42
600	900	1000	20	55	150	37

Механические свойства при повышенных температурах [108]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_{10} (\delta_5)$	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Закалка 890 °C, масло. Отпуск 360 °C, масло

20	—	1550	9	52	60
250	—	1550	9	52	60
300	—	1550	10	53	58
350	—	1400	10	54	52
450	710	860	21	72	—

*Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, прокатанный.
Скорость деформирования 20 мм/мин, Скорость деформации 0,007 1/с*

800	98	115	(33)	77	—
900	64	81	(51)	77	—
1000	42	49	(53)	90	—
1100	25	32	(67)	100	—
1200	15	22	(69)	100	—
1250	11	17	(77)	100	—

Предел выносливости [108]

σ_{-1} , МПа	n	Термообработка
505	10 ⁷	Нормализация 890 °C. Закалка 890 °C, масло. Отпуск 230 °C. $\sigma_{0,2} = 1600$ МПа, $\sigma_B = 1770$ МПа

Дополнительные данные

$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC _B
МПа		%			

*Сечение 20 мм. ВТМО: температура деформации 960 °C,
степень деформации 20 %. Отпуск 270 °C, 2 ч [93]*

—	1800	10	45	65	47—51

*Закалка 900 °C, НТМО: 550 °C, деформация за 3 прохода на 63 %
(25 %, 25 %, 13 % с промежуточными подогревами).
Охлаждение в масле. Отпуск 275 °C, 6 ч*

2130	2310	—	—	20	—

Технологические свойства [108]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Охлаждение сечений больше 60 мм замедленное, меньше — на воздухе в штабелях.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость [108]

Расстояние от торца, мм							Примечание. Закалка 900 °С. Твердость, HRC ₉
1,5	3	6	12	18	24	30	
63	62,5	62	61	61	60,5	60,5	

Сталь 20ХН2М (20ХНМ)

Заменитель — стали: 20ХГР, 15ХР, 20ХНР, 20ХГНР

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 4543—71, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 4543—71. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 14-21—77.

Назначение — шестерни, полуоси, сателлиты, кулачки, шарниры и другие детали.

Температура критических точек, °С [108]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)
720	825

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P	S	Cu
						не более		
0,15— 0,22	0,40— 0,70	0,17— 0,37	0,40— 0,60	1,60— 2,00	0,20— 0,30	0,035	0,035	0,30

Механические свойства прутков

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB (HRC ₉), не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 4543—71	Закалка 860 °С, масло. Закалка 780 °С, масло. Отпуск 200 °С, вода или масло	15	685	880	11	50	78	—

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC _a), не более
			МПа		%			
			не менее					
[82]	Цементация 930—950 °С, воздух. Закалка 810—830 °С, масло. Отпуск 180—200 °С, воздух	до 30	930	1180	11	50	78	Сердцевина 341, поверхность (57—63)
		30—50	830	1080	10	40	59	Сердцевина 250—320, поверхность (57—63)

**Механические свойства поперечных образцов
в зависимости от температуры отпуска [108]**

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
Закалка 860 °С, масло. Выдержка при отпуске 2 ч					
200	1210	1420	5	21	38
600	970	1010	12	42	52

Закалка 860 °С, масло. Выдержка при отпуске 2 ч

**Механические свойства поперечных образцов в зависимости
от температуры испытания [108]**

Температура испытания, °С	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
Закалка 860 °С, масло. Отпуск 200 °С, 2 ч, воздух						
20	11	1210	1420	5	21	38
—40	8	1260	1470	4	21	—
—70	8	1280	1480	4	21	—
Закалка 860 °С, масло. Отпуск 600 °С, 2 ч, воздух						
20	11	970	1010	12	42	52
—40	8	1010	1060	11	27	—
—70	8	1030	1090	11	23	—

Ударная вязкость заготовок сечением 11 мм, КСУ, Дж/см² [108]

Температура, °С			Термообработка
+20	—40	—70	
75	50	37	Закалка 860 °С, масло. Отпуск при температуре: 300 °С, 2 ч. 400 °С, 2 ч. 500 °С, 2 ч
87	63	54	
158	84	63	

Технологические свойства [82]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 800. Для заготовок сечением более 60 мм охлаждение медленное. Свариваемость — РДС с подогревом и последующей термообработкой, Флокочувствительность — чувствительна, Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость [108]

Расстояние от торца, мм								Примечание
4	6	12	18	24	30	36	48	
35,5— 46,5	35— 46,5	27— 38,5	22—34	21—30	20,5— 29,5	19,5— 29,5	28	Закалка 810 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC ₉

Сталь 30ХН2МА

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — коленчатые валы, шатуны, ответственные болты, шпильки, диски, звездочки и другие ответственные детали, работающие в сложных условиях нагружения при нормальных, пониженных и повышенных температурах,

Температура критических точек, °С

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Mn
730	775	340

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P	S	Cu
						не более		
0,27— 0,34	0,30— 0,60	0,17— 0,37	0,60— 0,90	1,25— 1,65	0,20— 0,30	0,025	0,025	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 860 °С, масло. Отпуск 530 °С, воздух	15	—	785	980	10	45	78	—
8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск.	100—300	540	540	685	13	40	49	223—262

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [108]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 850 °С, масло. Выдержка при отпуске 1 ч					
200	1550	1750	10	60	125
300	1450	1600	13	62	90
400	1300	1400	11	60	100
500	1100	1200	15	65	125
600	900	1000	19	70	200

Механические свойства прутков в зависимости от сечения [108]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Нормализация 860 °С, вода. Отпуск 680 °С. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 600—620 °С, вода						
40	900	1000	12	62	150	300
80	800	930	13	63	140	275
120	700	850	15	62	120	250
160	720	850	15	57	95	245
200	600	800	16	55	80	240
240	600	800	17	53	75	230

Предел выносливости при $n = 10^7$ [108]

(Закалка 850 °С, выдержка 1,5 ч, масло. Отпуск 560 °С, выдержка 2 ч.)

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние стали
456	230	$\sigma_B = 1060$ МПа, $\delta_{10} = 9\%$, $\psi = 55\%$, КСУ = 87 Дж/см ²
500	—	$\sigma_B = 1800$ МПа, $\delta_{10} = 6\%$, $\psi = 45\%$, КСУ = 33 Дж/см ²

**Механические свойства поковки сечением 80 мм
при повышенных температурах [108]**

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Закалка. Высокий отпуск

20	1100	1200	15	60	125
200	950	1100	16	63	120
400	800	950	20	75	100
500	700	800	20	80	70
600	450	540	30	93	105

**Дополнительные данные
(после закалки 1150 °C и НТМО)**

$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²	HB
МПа		%			

НТМО: 500 °C, деформация 50 %, масло. Отпуск 200 °C, 4 ч

1760	2050	7	20	36	540

НТМО: 700 °C, деформация 50 %, масло. Отпуск 200 °C, 4 ч

1620	1860	6	25	35	500

НТМО: 900 °C, деформация 50 %, масло. Отпуск 200 °C, 4 ч

1550	1760	10	40	40	460

Технологические свойства [108]

Температура ковки, °C: начала 1200, конца 800. Охлаждение замедленное.
Для крупных сечений проводится противоблоксная обработка.

Прокаливаемость [108]

Термообработка	Критическая твердость, HRC _c	Критический диаметр в масле, мм
Закалка 850 °C, масло	49—56	75

Сталь 38X2H2MA

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованные заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — валы, шатуны, болты, шпильки и другие крупные особо ответственные тяжело нагруженные детали сложной конфигурации, применяемые в улучшенном состоянии.

Температура критических точек, °С [130]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ c (Arc _m)	Ar ₁	Мн [121]
753	790	490	370	320

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

С	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P	S	Cu
						не более		
0,33— 0,40	0,25— 0,50	0,17— 0,37	1,30— 1,70	1,30— 1,70	0,20— 0,30	0,025	0,025	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сече- ние, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	$KCU, Дж/см^2$	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 870 °С, масло. Отпуск 580 °С, воздух или масло	25	—	930	1080	12	50	78	—
8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск	500—800 До 100	440 735 785	440 735 785	635 880 930	11 13 12	30 40 40	39 59 59	197—235 277—321 293—331

Ударная вязкость заготовок KCU, Дж/см² [130]

Температура °С			Сечение, мм	Термообработка
+20	—40	—50		
137	129	122	30	Закалка 860° С, масло. Отпуск 560 °С, вода.
144	138	112	50	
150	93	85	80	
144	76	73	120	
66	34	—	200	

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [130]

Температура отпуска, °С	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	KCU, Дж/см²	HRC ₀
	МПа		%			
Закалка 850 °С, масло						
200	1520	1810	11	46	44	53
300	1420	1630	10	45	37	49
400	1350	1470	10	46	39	46
500	1190	1240	13	55	68	40
600	880	960	17	64	137	32

Предел выносливости при $n = 5 \cdot 10^6$ [108, 130]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
363 300	$\sigma_{0,2} = 880$ МПа $\sigma_{0,2} = 520$ МПа, $\sigma_B = 720$ МПа

Механические свойства в зависимости от сечения

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_{10})$	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		

Закалка 860 °С, масло. Отпуск 560 °С, вода [130]

30	Ц	860	1000	19	64	137
50	Ц	830	970	16	61	144
80	Ц	750	900	18	61	150
120	Ц	740	1000	19	60	144
	К	770	940	18	61	151
200	Ц	750	1000	17	52	66
	К	770	930	17	57	72

Прокат, Закалка 950 °С, масло. Отпуск 580—600 °С [108]

500	Ц	760	930	(15)	52	57
	К	770	960	(17)	55	53
	Ц *	740	930	(11)	—	23
700	К *	760	930	(11)	23	22
	Ц	740	900	(17)	51	45
	К	740	930	(17)	52	—
900	Ц *	790	900	—	—	15
	К *	730	880	(11)	20	27
	Ц	710	850	(7)	16	26
	К	700	890	(16)	49	46
	Ц *	690	730	—	6	20
	К *	700	870	(11)	22	24

* Образцы поперечные.

Кратковременная теплопрочность [130]
Закалка 850°С, масло. Отпуск 580°С, воздух

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	δ_5	σ_b	ψ
	МПа		%	
100	820	930	17	64
200	860	910	16	64
300	730	880	16	65
400	690	780	18	73
500	570	620	22	80
600	340	400	35	82

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 800. Охлаждение медленное.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [108]

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	5	9	13	20	25	30	40	50
51,5— 59	51,5— 59	50,5— 59	49,5— 58	49,5— 58	47,5— 57	46,5— 57	45,5— 56	44,5— 56	42,5— 56

Примечание. Закалка 845 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉

Критическая твердость, HRC ₉	Критический диаметр в масле, мм
53	100

Сталь 40ХН2МА

Заменитель стали: 40ХГТ, 40ХГР, 30ХЗМФ, 45ХН2МФА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Калиброванный пруткок ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73, ГОСТ 10702—78. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 14955—77. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Валки ОСТ 24.013.04—83, ОСТ 24.013.20—85. Полоса ГОСТ 103—76.

Назначение — коленчатые валы, клапаны, шатуны, крышки шатунов, ответственные болты, шестерни, кулачковые муфты, диски и другие тяжелонагруженные детали. Валки для холодной прокатки металлов.

Температура критических точек, °С [130]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	M_n [105]
730	820	550	380	320

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

С	Мп	Si	Cr	Ni	Mo	P	S	Cu
						не более		
0,37— 0,44	0,50— 0,80	0,17— 0,37	0,60— 0,90	1,25— 1,65	0,15— 0,25	0,025	0,025	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU , Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 850 °С, масло. От- пуск 620 °С, вода	25	—	930	1080	12	50	78	—
4543—71	Пруток. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 620 °С, масло	25	—	835	980	12	55	98	—
8479—70	Поковки. Закалка, Отпуск	500—800	440	440	635	11	30	39	197—235
		300—500 500—800	490	490	655	12 11	35 30	49 39	212—248
		100—300 300—500	540	540	685	13 12	40 35	49 44	223—262
		100—300 300—500 500—800	590	590	735	13 12 10	40 35 30	49 44 39	235—277
		100—300 300—500	640	640	785	12 11	38 33	49 44	248—293
		100—300	685	685	835	12	38	49	262—311
		До 100 100—300	735	735	880	13 12	40 35	59 49	277—321
		До 100 100—300	785	785	930	12 11	40 35	59 49	293—331

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [81]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
Закалка 850 °C, масло						
200	1600	1750	10	50	59	525
300	1470	1600	10	50	49	475
400	1240	1370	12	52	59	420
500	1080	1180	15	59	88	350
600	860	960	20	62	147	275

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
Закалка 850 °C, масло. Отпуск 580 °C					
20	950	1070	16	58	78
250	830	1010	13	47	109
400	770	950	17	63	84
500	680	700	18	80	54
Образец диаметром 5 мм, длиной 25 мм, прокатанный. Скорость деформирования 2 мм/мин. Скорость деформации 0,001 1/с					
700	—	185	17	32	—
800	—	89	66	90	—
900	—	50	69	90	—
1000	—	35	75	90	—
1100	—	24	72	90	—
1200	—	14	62	90	—

Предел выносливости [81]

σ_{-1} , МПа	σ_{-1} , МПа	Состояние стали и термообработка
447	274	Сечение 100 мм. Закалка 850 °C, масло. Отпуск 580 °C, $\sigma_B = 880$ МПа.
392	235	Сечение 400 мм. Закалка 350 °C, масло. Отпуск 610 °C, $\sigma_B = 790$ МПа
519 ($n = 10^6$)		$\sigma_{0,2} = 880$ МПа, $\sigma_B = 1080$ МПа [198]

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °C			Термообработка
+20	-40	-60	
103	93	59	Закалка 860 °C, масло. Отпуск 580 °C

Механические свойства в зависимости от сечения

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²	HRC _c
		МПа		%			

Прутки. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 620 °С [160]

40	Ц	880	1030	14	57	118	33
60	Ц	830	980	16	60	127	32
80	1/2R	730	880	17	61	127	29
100	1/2R	670	850	19	61	127	26
120	1/3R	630	830	20	62	127	25

Закалка 850 °С, масло. Отпуск 540—860 °С [108]

до 16	Ц	1000	1200—1400	9	—	90	—
16—40	Ц	900	1100—1300	10	—	50	—
40—100	Ц	800	1000—1200	11	—	60	—
100—160	Ц	700	900—1100	12	—	60	—
160—250	Ц	650	850—1000	12	—	60	—

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1220, конца 800. Сечения до 80 мм — отжиг с перекристаллизацией, два переохлаждения, отпуск.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — РДС. Необходим подогрев и последующая термообработка.

Обработываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 228—235 и $\sigma_B = 560$ МПа, $K_{об.ст} = 0,4$, $K_{об.тв.спл} = 0,7$.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна

Прокаливаемость, HRC_с [81]

Расстояние от торца, мм (закалка 840 °С)									
1,5	3	6	9	12	15	21	27	33	42
49—59,5	43,5—60	50—60	50—59,5	49—59	48—58	45—56	41,5—53	41—50,5	36,5—48,5
Количество мартенсита, %		Критическая твёрдость, HRC _с		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50		44—47		153			114		
90		49—53		137—150			100—114		

Коррозионная стойкость

Среда	Температура, °С	Глубина, мм/год
Вода	300	0,05—0,1

$\sigma_{1/10000}^{455} = 686$ МПа, $\sigma_{1/1000}^{455} = 137$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{590} = 13$ МПа, $\sigma_{1/1000}^{590} = 29$ МПа [84].

Сталь 40X2H2MA

Заменитель — сталь 38X2H2MA.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69.

Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Трубы ГОСТ 14-21—77.

Назначение — крупные изделия: валы, диски, редукторные шестерни, а также крепежные детали.

Температура критических точек, °C [108]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})
740	805

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P	S	Cu
не более								
0,35—0,42	0,30—0,60	0,17—0,37	1,25—1,65	1,35—1,75	0,20—0,30	0,025	0,025	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	К П	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 870 °С, масло. Отпуск 600 °С, вода или масло	25	—	930	1080	10	45	78	—
8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск	300—500	590	590	735	12	35	44	235—277
		300—500	640	640	785	11	33	44	248—293
		До 100	735	735	880	13	40	59	277—321

Ударная вязкость KCU, Дж/см² [81]

Температура, °C				Термообработка
+20	-20	-40	-60	
50	41	36	35	Закалка 880 °C, масло. Отпуск 200 °C, масло Закалка 820 °C, масло. Отпуск 600 °C, вода [108] $\sigma_{0,2} = 780$ МПа, $\sigma_B = 970$ МПа, $\delta_5 = 20$ %, $\psi = 61$ % [108]
139	122	128	125	
120	—	105	85	

Механические свойства проката в зависимости от сечения [108]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
Закалка 950 °С, масло. Отпуск 580—600 °С						
500	Ц	760	930	15	52	57
	К	770	960	17	55	53
	Ц *	740	930	11	—	23
	К *	760	930	11	23	22
700	Ц	740	900	17	51	45
	К	740	930	17	52	—
	Ц *	790	900	—	—	15
	К *	730	880	11	20	27
900	Ц	710	850	7	16	26
	К	700	890	16	49	46
	Ц *	690	730	—	6	20
	К *	700	870	11	22	24

* Образцы поперечные

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [108]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа		%		
Закалка в масле					
400	1230	1400	12	49	430
500	1090	1200	16	60	350
600	850	950	20	62	280

Предел выносливости [189]

σ_{-1} , МПа	Термообработка
520 при $n = 10^6$	Закалка 890 °С, Отпуск 580 °С, вода, $\sigma_{0,2} = 1080$ МПа, $\sigma_B = 1200$ МПа

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—350 мм — в яме.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — РДС. Необходимы подогрев и последующая термообработка.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость, HRC₂ [108]

Расстояние от торца, мм (закалка 845 °С)									
1,5	3	5	9	13	20	25	30	40	50
51,5— 59	51,5— 59	50,5— 59	49,5— 58	49,5— 58	47,5— 57	46,5— 57	45,5— 56	44,5— 56	42,5— 56
Количество мартенсита, %					Критический диаметр в масле, мм				
50					115				
95					100				

Сталь 38ХНЗМА

Заменитель — сталь 38ХНЗВА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879 —69. Калиброванный пруток ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — валы, оси, шестерни и другие крупные особо ответственные детали.

Температура критических точек, °С [130]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁
730	770	315	300

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P	S	Cu
						не более		
0,33— 0,40	0,25— 0,50	0,17— 0,37	0,80— 1,20	2,75—3,25	0,20—0,30	0,025	0,025	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 590 °С, воздух	25	—	980	1080	12	50	78	—

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термооб- работки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск.	300—500 500—800	640	640 640	785 785	11 10	33 30	44 39	248—293 248—293
	Нормализация	100—300 300—500	685	685 685	835 835	12 11	38 33	49 39	262—311 262—311
	Закалка. Отпуск	500—800	685	685	835	10	30	39	262—311
	Нормализация	100—300	735	735	880	12	35	49	277—321
	Закалка. Отпуск	300—500 300—500	735 785	735 785	880 930	11 10	30 30	39 39	277—321 293—331

Механические свойства прутков в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 850 °С, масло, Отпуск 580—600 °С, воздух

30	940	1060	12	50	98
50	900	1040	12	50	98
80	880	1020	12	50	98
120	860	1020	12	50	78
160	840	1000	10	45	59
200	800	980	10	45	59
240	780	980	10	45	59

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [130]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			

Закалка 840 °С, масло

200	1520	1710	10	48	78	475
300	1400	1570	10	49	39	440
400	1250	1370	10	50	49	400
500	1080	1220	12	54	78	350
600	900	1030	17	60	118	300

Кратковременная теплопрочность [130]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
Закалка 850 °С, масло. Отпуск 550 °С, воздух				
200	940	1080	13	49
300	860	1030	13	60
400	800	930	12	70
500	710	760	14	78
600	440	490	26	84

Ударная вязкость прутков сечением 10 мм КСУ, Дж/см² [130]

Температура, °С				Термообработка
+20	-40	-60	-80	
100	97	95	95	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 550 °С, вода. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 650 °С, вода.
135	137	138	133	

Предел выносливости [130]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n	Состояние стали. Закалка. Высокий отпуск
549	—	10^5	$\sigma_{0,2} = 920$ МПа
461	—	10^6	$\sigma_{0,2} = 920$ МПа
431	294	$5 \cdot 10^6$	$\sigma_{0,2} = 920$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокеночувствительность — повышено чувствительна.

Склонность к отпусковой хрупкости — не склонна.

Сталь 18Х2Н4МА (18Х2Н4ВА)

Заменитель — стали: 15Х2ГН2ТР, 20Х2Н4А.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 10702—78. Каллиброванный прутки ГОСТ 10702—78, ГОСТ 4543—71, ГОСТ 1051—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 4543—71. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — в цементованном и улучшенном состоянии применяется для ответственных деталей, к которым предъявляются требования высокой прочности, вязкости и износостойкости, а также для деталей, подвергающихся высоким вибрационным и динамическим нагрузкам. Сталь может применяться при температуре от -70 до +450 °С.

Температура критических точек, °C [81]

Ас	Ас ₃ (Ас _м)	Аг ₃ (Агс _м)	Аг ₁	Мн (105)
700	810	400	350	336

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

Сталь	C	Mn	Si	Cr
18Х2Н4МА	0,14—0,20	0,25—0,55	0,17—0,37	1,35—1,65
18Х2Н4ВА	0,14—0,20	0,25—0,55	0,17—0,37	1,35—1,65

Сталь	Ni	Mo	W	P	S	Cu
				не более		
18Х2Н4МА	4,00—4,40	0,30—0,40	—	0,025	0,025	0,30
18Х2Н4ВА	4,00—4,40	—	0,80—1,20	0,025	0,025	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	KCU, Дж/см²	HВ (HRC _B), не более
				МПа		%			
				не менее					
ГОСТ 4543—71	Пруток. Закалка 950 °С, воздух. Закалка 860 °С, воздух. Отпуск: 200 °С, воздух или масло	15	—	835	1130	12	50	98	—
	550 °С, воздух или масло	15	—	785	1030	12	50	118	—
ГОСТ 8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск	300—500 100—300 До 100	685 735 785	685 735 785	835 880 930	11 12 12	33 35 40	39 49 59	262—311 277—321 293—331
[82]	Отжиг 890—910 °С, охлаждение с печью	300	—	390	620	10	25	—	265

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₃), не более
				МПа		%			
				не менее					
[12]	Нормализация 920—980 °С, воздух. Отпуск 630—680 °С, воздух *	—	—	590	780	—	60	—	197—269
[81]	Цементация 920—950 °С. Нормализация 900—950 °С, воздух. Закалка 900—950 °С, масло. Отпуск (двойной) 630—650 °С, воздух **	80	—	1270	1370	12	—	88	Сердцевинны 321—400, поверхности св. (57)

* Для улучшения обрабатываемости.

** Операции (после цементации) применяются при обработке крупных деталей сложной конфигурации для понижения устойчивости остаточного аустенита в цементованном слое, получения более равномерной твердости с поверхности после закалки и отпуска и уменьшения деформации.

Механические свойства в зависимости от сечения [108]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC _a
		МПа		%			

Закалка 860 °С, масло. Отпуск 200 °С

40	Ц	1070	1300	14	69	150	43
60	Ц	1110	1250	15	62	140	41
80	1/2R	1130	1250	12	54	170	42
100	1/2R	1100	1230	15	63	160	40
120	1/3R	1090	1220	13	60	160	41

Закалка 860 °С, вода. Отпуск 200 °С

40	Ц	1220	1420	13	66	110	45
60	Ц	1280	1420	13	61	120	45
80	1/2R	1250	1390	12	45	150	45
100	1/2R	1210	1360	13	57	130	44
120	1/3R	1240	1340	12	42	140	41

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [108]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Закалка 850 °С, масло

200	1170	1470	12	64	114
300	1140	1390	12	64	98
400	1040	1280	12	63	86
500	950	1180	13	66	92
600	710	940	19	73	183

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 880 °С, масло. Отпуск 560 °С

20	1090	1240	12	61	127
200	1060	1190	12	60	137
300	1050	1200	14	64	118
400	960	1060	14	69	108
500	810	880	14	70	98
550	710	750	16	73	108

Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, прокатанный.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с

700	225	265	31	69	
800	73	130	35	34	
900	55	79	22	23	
1000	41	55	31	36	
1100	24	36	63	100	
1200	20	25	46	100	

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [108, 82]

Температура, °С				Термообработка
+20	-20	-40	-60	
143	134	130	114	Закалка 850 °С, воздух. Отпуск 170 °С, воздух Закалка 880 °С, масло. Отпуск 560 °С. $\sigma_B = 1310$ МПа
108	—	88	—	

$\sigma_{2/1000}^{350} = 690$ МПа, $\sigma_{2/1000}^{450} = 207$ МПа, $\sigma_{2/1000}^{500} = 126$ МПа, $\sigma_{2/1000}^{550} = 54$ МПа,
 $\sigma_{200}^{400} = 860$ МПа, $\sigma_{200}^{450} = 710$ МПа, $\sigma_{200}^{500} = 410$ МПа, [108].

Предел выносливости [108]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n	Термообработка
540	—	$5 \cdot 10^6$	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 180 °С. $\sigma_{0,2} = 1070$ МПа, $\sigma_B = 1360$ МПа
475	—	$5 \cdot 10^6$	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 400 °С. $\sigma_{0,2} = 1140$ МПа, $\sigma_B = 1220$ МПа
540	228	$5 \cdot 10^6$	$\sigma_B = 1270$ МПа
470	226	$5 \cdot 10^6$	$\sigma_B = 910$ МПа
696	—	—	$\sigma_{0,2} = 1110$ МПа, $\sigma_B = 1230$ МПа, НВ 383
774	—	—	$\sigma_{0,2} = 1180$ МПа, $\sigma_B = 1300$ МПа, НВ 404

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Охлаждение медленное до 150 °С с последующим высоким отпуском не позднее 4—6 ч.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом, ЭШС. Необходимы подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — при $\sigma_B = 880$ МПа и НВ 277—321 [108]

K_{ϕ} б. ст = 0,63, K_{ϕ} тв. спл = 0,72.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [108]

(Закалка. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉)

Расстояние от торца, мм								
1,5	9	11	15	20	25	30	40	50
40,5— 48,5	40,5— 48,5	39,5— 47,5	39,5— 47,5	38,5— 46,5	37,5— 46,5	36,5— 45,5	35— 45,5	32— 44,5

Сталь 30ХНЗМ2ФА

Назначение — диски паровых турбин.

Температура критических точек, °С [124]: A_{c1} 725, A_{c3} (A_{cm}) 800.

Химический состав, % (ТУ 108.1028—81)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	Cu	S	P
		не более					не более		
0,26— 0,32	0,20— 0,50	0,37	1,20— 1,70	3,00— 3,50	0,40— 0,65	0,10— 0,20	0,25	0,022	0,025

Механические свойства поковок сечением до 500 мм (ТУ 108.1028—81)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²		НВ
	МПа		%		Температура испытания, °С		
	не менее					+20	
Закалка 850—870 °С. Отпуск 580—650 °С.	750	900	12	35	50	30	277—321

Технологические свойства [83]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 900.

Свариваемость — трудносвариваемая.

Флокеночувствительность — сильно чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость

Термообработка	Твердость, HRC ₉	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
Закалка на воду	51,5	200

Сталь 38ХНЗМФА

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73, ГОСТ 7417—75. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — наиболее ответственные тяжело нагруженные детали, работающие при температурах до 400 °С.

Температура критических точек, °С [130]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _m)	Ar ₁	Mn [108]
725	775	300	250	260

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	S	Cr	Ni	Mo	V	P	S	Cu
							не более		
0,33— 0,40	0,25— 0,50	0,17— 0,37	1,20— 1,50	3,00— 3,50	0,35— 0,45	0,10— 0,18	0,025	0,025	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	KCU, Дж/см²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 600 °С, воздух	25	—	1080	1180	12	50	78	—

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск.	500—800	640	640	785	10	30	39	248—293
	Нормализация	100—300 300—500	685	685	835	12 11	38 33	49 39	262—311
	Закалка. Отпуск	500—800	685	685	835	10	30	39	262—311
	Нормализация	100—300	735	735	880	12	35	49	277—321
	Закалка. Отпуск	500—800	735	735	880	—	—	—	277—321
	Нормализация	До 100	785	785	930	12	40	59	293—331
	Закалка. Отпуск	100—300 300—500	785	785	930 930	11 10	35 30	49 39	293—331

Механические свойства прутков в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0.2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		

Закалка 850 °С, масло. Отпуск 560 °С, воздух

30	Ц	1250	1330	13	52	70
50	Ц	1210	1300	13	52	73
200	Ц	1070	1150	13	40	80
	К	1210	1260	12	49	70

Закалка 850 °С, через воду в масло. Отпуск 600 °С, воздух

80	Ц	1130	1190	14	52	84
120	Ц	1110	1170	14	52	93
160	Ц	1150	1200	13	50	88
	К	1160	1220	15	54	75
240	Ц	1070	1130	13	50	85
	К	1170	1210	14	53	78

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [130]

Температура, °C				Термообработка
+20	-20	-40	-60	
90 83	85 71	78 63	70 57	Закалка 850 °C, масло. Отпуск 600 °C, воздух Закалка 850 °C, масло. Отпуск 550 °C, воздух.

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [130]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₃
	МПа		%			
Закалка 850 °С, масло						
200	1590	1800	11	43	60	52
300	1470	1080	9	46	40	48
400	1400	1540	10	45	48	46
500	1290	1370	11	45	59	44
600	1130	1200	14	55	88	39

Кратковременная теплопрочность [130]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Образцы. Закалка 850 °C, масло. Отпуск 600 °C, воздух

100	1130	1260	13	53
200	1080	1210	13	54
300	1060	1180	15	59
400	980	1080	17	65
500	830	880	19	75
600	520	590	26	87
700	170	200	80	98
800	88	98	58	98

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	n	Термообработка
412 500	$5 \cdot 10^6$ $2 \cdot 10^7$	Закалка. Высокий отпуск. $\sigma_{0,2} = 1030$ МПа [130] Закалка 870 °C, выдержка 1 ч, масло. Отпуск [108] 700–720 °C, выдержка 2 ч. $\sigma_B = 980$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 780. Сечения до 100 мм охлаждают в яме, свыше 100 мм подвергаются низкотемпературному отжигу.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокеночувствительность — повышено чувствительна.

Склонность к отпусной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость, HRC₉ [108]

Расстояние от торца, мм						
3	10	20	30	40	50	70
51,5	51	50,5	50	50	49,5	49
Термообработка		Критическая твердость, HRC ₉		Критический диаметр в масле, мм		
Закалка 840 °С, масло		57—60		150		

Сталь 45ХН2МФА

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калнброванный пруток ГОСТ 4543—71, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса: ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — торсионные валы, коробки передач и другие нагруженные детали, работающие при скручивающих повторно-переменных нагрузках и испытывающие динамические нагрузки.

Температура критических точек, °С [130]

A _c	A _{c3} (A _{c_m})	A _{г3} (A _{гс_m})	A _{г1}	M _n [108]
735	825	470	370	275

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	P	S	Cu
							не более		
0,42—0,50	0,50—0,80	0,17—0,37	0,80—1,10	1,30—1,80	0,20—0,30	0,10—0,18	0,025	0,025	0,30

Механические свойства прутков

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	
		МПа		%			
		не менее					
ГОСТ 4543—71	Закалка 860 °С, масло. Отпуск 450 °С, масло	1275	1420	7	35	39	
		1325	1470	7	35	39	
[108]	Изотермическая закалка 880 °С в горячую среду с температу- рой, °С:						
		280	1400	2000	—	26	55
		320	1250	1600	—	36	100
		360	1000	1350	—	37	75

Механические свойства в зависимости от сечения [61]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 850 °С, масло. Отпуск 560 °С, воздух

30	1320	1380	11	40	35
50	1320	1370	12	42	37
80	1300	1370	12	38	37

Закалка 850 °С, вода /масло. Отпуск 560 °С, воздух

120	1170	1250	11	36	31
160	1080	1180	8	24	33
160 *	1200	1300	10	37	46

* Место вырезки образца — край.

Механические свойства в зависимости от температур отпуска [108]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

*Закалка 850 °С, масло. Выдержка при отпуске 2 ч,
охлаждение в воде*

200	1870	1980	8	32	47
300	1700	1800	10	44	34
400	1470	1530	10	46	43
500	1250	1290	14	53	81
600	1080	1130	19	58	130
700	720	830	24	68	185

Кратковременная теплопрочность [130]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Закалка 850 °С, масло. Отпуск 580 °С, воздух

100	1100	1180	12	52
200	1040	1150	13	52
300	1020	1140	14	57
400	910	1000	15	68
500	770	830	18	78
600	410	490	35	89

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [130]

Температура °С				Термообработка
+20	-20	-40	-60	
80	77	73	64	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 600 °С, воздух
57	54	47	39	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 550 °С, воздух

Предел выносливости [108]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние стали
760	560	$\sigma_B = 1340$ МПа
780	620	$\sigma_B = 1530$ МПа
860	670	$\sigma_B = 2080$ МПа

Технологические свойства [50]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 60 мм охлаждаются медленно. Для крупных сечений проводится противфлокенная термообработка.

Свариваемость — трудносвариваемая. РДС, необходимы подогрев и последующая термическая обработка.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость [108]

(Закалка 850 °С. Твердость HRC₃)

Расстояние от торца, мм							
1,5	10	20	30	40	50	60	70
63	62,5	61,5	59	54	52,5	50,5	50

Критическая твердость HRC₃ 54—58. Критический диаметр в масле 50 мм.

Сталь 20ХН4ФА

Заменитель — сталь: 18Х2Н4МА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 14-21—77.

Назначение — клапаны впуска, болты, шпильки и другие ответственные детали, работающие в коррозионной среде при повышенных температурах (300—400 °С).

Температура критических точек, °С [108]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	M_n
710	750	310

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	V	P	S	Cu
						не более		
0,17— 0,24	0,25— 0,55	0,17— 0,37	0,70— 1,10	3,75— 4,15	0,10— 0,18	0,025	0,025	0,30

Механические свойства прутка сечением 25 мм по ГОСТ 4543—71

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Закалка 850 °С, масло. Отпуск 630 °С, вода	685	880	12	50	98

Механические свойства образцов сечением 10 мм при повышенных температурах [108]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 850 °С, масло. Отпуск 580 °С.

20	740	890	15	64	53
100	710	830	13	64	63
200	—	830	12	63	56
300	670	820	12	61	99
400	590	700	12	70	92
500	445	580	11	57	82
600	205	360	13	50	104

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [108]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 870 °С, вода. Охлаждение после отпуска в масле					
200	1200	1500	12	58	90
400	1150	1300	13	62	90
600	990	1040	16	65	120

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [108]

Температура, °С				Закалка 870 °С, вода. Температура отпуска, масло °С
+20	-20	-50	-80	
100	60	80	71	200
110	79	72	63	400
116	82	70	60	600

Предел выносливости [108]

σ_{-1} , МПа	n	Состояние стали
480	10 ⁶	$\sigma_{0,2} = 980$ МПа, $\sigma_B = 1020$ МПа $\sigma_{0,2} = 1030$ МПа, $\sigma_B = 1070$ МПа
500	10 ⁶	

Чувствительность к охрупчиванию при старении [108]

Время, ч	Температура, °С	КСУ, Дж/см ²
1000	Закалка 850 °С, масло	61
1000	325	22
	475	

Технологические свойства [108]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения более 40 мм охлаждаются замедленно.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокеночувствительность — чувствительна [81].

Склонность к отпускной хрупкости — склонна [81].

Сталь 38Х2МЮА

Заменитель — стали: 38Х2ЮА, 38ХВФЮ, 20ХЗМВФ, 38Х2Ю.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прут

ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — штоки клапанов паровых турбин, работающие при температуре до 450 °С, гильзы цилиндров двигателей внутреннего сгорания, иглы форсунок, тарелки букс, распылители, пальцы, плунжеры, распределительные валики, шестерни, валы, втулки и другие детали.

Температура критических точек, °С [130]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rm})	A_{r1}	M_n [136]
800	865	740	665	330

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Mo	Al	P	S	Cu	Ni
						не более			
0,35— 0,42	0,30— 0,60	0,20— 0,45	1,35— 1,65	0,15— 0,25	0,70— 1,10	0,025	0,025	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²	HB, не более
			МПа		%			
			не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 940 °С, вода или мас- ло. Отпуск 640 °С, вода или масло	30	835	980	14	50	88	—
8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск	100—300	590	735	13	40	49	235—277
—	Закалка 930—950 °С, масло или вода. От- пуск 640—680 °С, воз- дух	60	880	1030	18	52	—	250—300
		100	730	880	10	45	59	—
		200	590	780	10	45	59	—
	Закалка 950 °С, ма- сло. Отпуск 550 °С, масло	120	780— 880	930— 1030	12— 15	35— 45	69— 98	285—302

Твердость после азотирования [81]

Режим термообработки	НВ (HV)
Закалка 930—950 °С, масло или вода. Отпуск 640—680 °С, воздух. Азотирование 520—540 °С, в печи до 100 °С	Сердцевины 269—300, по- верхности (850—1050)

Механические свойства в зависимости от сечения

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			

*Закалка 930—950 °С, масло или вода.
Отпуск 640—680 °С, воздух [81]*

60	—	880	1030	18	52	—	250—300
100	—	730	880	10	45	59	—
200	—	590	780	10	45	59	—

Закалка 940 °С, масло. Отпуск 600 °С [130]

30	Ц	780	910	17	53	115	—

Закалка 940 °С, через воду в масло. Отпуск 600 °С [130]

50	Ц	830	950	16	50	102	—
80	Ц	830	940	15	50	48	—
140	Ц	780	920	15	48	41	—
180	Ц	710	860	15	47	36	—
220	К	780	930	14	48	39	—
	Ц	730	880	15	43	35	—
	К	800	930	16	43	34	—

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [84]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			

Закалка 900 °С, масло

300	1660	1810	8	43	39	550
400	1520	1670	10	39	10	500
500	1270	1420	10	44	29	450
600	1080	1180	12	60	78	370

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

*Прутки. Закалка 930—940 °С, масло.
Отпуск 660 °С, 5 часов, воздух. НВ ≥ 255 [77]*

20	650	800	17	64	157
200	580	780	17	56	152
300	570	810	18	58	127
400	550	720	20	63	127
500	420	470	25	81	98
600	270	300	26	89	98

*Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, прокатанный и отожженный.
Скорость деформирования 20 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с*

800	98	110	66	95	—
900	66	84	57	97	—
1000	39	49	66	98	—
1100	22	32	77	100	—
1200	15	22	77	100	—

Механические свойства при 20 °С в зависимости от тепловой выдержки [77]

Режимы термообработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Темпера- тура, °С	Время выдерж- ки, ч	МПа		%		
Закалка 930—940 °С, мас- ло. Отпуск 660 °С	500	5000	640	800	20	60	152
	550	5000	550	710	23	63	171

Механические свойства при испытании на длительную прочность [84]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура, °С
196	1/100000	450
82	1/100000	500
14	1/100000	550

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	n	Термообработка
392—480	10^7	Закалка 940 °С, масло. Отпуск 660 °С, 5 ч, воздух $\sigma_{0,2} = 650$ МПа, $\sigma_B = 810$ МПа, HB 255 [77]
608—617	—	Закалка 940 °С, масло. Азотирование 500 °С, 48 ч [81]

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1240, конца 800. До 50 мм охлаждение в штабелях на воздухе, 51—100 мм в ящиках.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при HB 240—277, $\sigma_B = 780$ МПа, K_v тв. спл = 0,75, K_v б. ст = 0,55.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [82].

Прокаливаемость [84, 50]

(Закалка 870 °С. Твердость, HRC₉)

Расстояние от торца, мм									
1,3	3,0	6,0	9,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42,0
52,0	52,0	51,5	49,5	48,5	45,5	44,0	43,5	43,5	42,5

Критический диаметр, мм: в воде 70, в масле 45.

Сталь 35ХН1М2ФА

Вид поставки — поковки и кованные заготовки ГОСТ 8479—70.

Назначение — диски паровых турбин, оси, валы и другие особо ответственные крупные детали с высокими требованиями к механическим свойствам.

Температура критических точек, °С [179]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	M_n
750	820	300

Химический состав, % (ТУ 108.1028—81)

С	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	Cu	S	P
		не более					не более		
0,32— 0,40	0,50— 0,80	0,37	1,30— 1,70	1,30— 1,70	0,40— 0,60	0,10— 0,20	0,25	0,022	0,025

Механические свойства поковок

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB
				МПа		%			
				не менее					
ГОСТ 8479—70	Закалка. Отпуск	500—800	640	640	785	10	30	39	248—293
[83]	Закалка 850—870 °С, масло.	100—300	785	785	930	11	35	49	293—331
	Отпуск 570—640 °С, охлаждение с печью или на воздухе	300—500	735	735	880	11	30	39	277—321
ТУ 108.1028—81	Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 570—640 °С, охлаждение с печью или на воздухе	До 450 *	—	680—850	830	12	40	50	—

* — Образцы тангенциальные

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—350 мм — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокеночувствительность — сильно чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость [74]

Количество мартенсита, %	Критический диаметр, мм		Твердость, HRC _a	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
	в воде	в масле		
100 100 % бейнит	80 —	— 500	52—55	200

Сталь 38Х2Н3М

Назначение — ответственные детали контейнеров с высокими требованиями по механическим свойствам при повышенных температурах.

Химический состав, % (ОСТ 24.959.11)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	S	P
						не более	
0,35—0,42	0,50—0,80	0,17—0,37	1,00—1,50	2,75—3,25	0,30—0,40	0,035	0,030

Механические свойства поковок [83]

Режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB
			МПа		%			
			не менее					
Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 560—620 °С, охлаждение с печью	101—300	900	900	1000	12	35	60	302—340
	301—500	800	800	950	11	30	50	293—331
	501—800	750	750	900	11	30	40	277—321
	801—1300	—	—	—	—	—	—	241—321
Нормализация 850—870 °С, воздух. Отпуск 560—620 °С, охлаждение с печью	301—500	750	750	900	11	30	40	277—321
	501—800	700	700	850	10	30	40	262—311
	801—1300	—	—	—	—	—	—	229—302

Механические свойства поковок сечением до 600 мм при различных температурах испытания [83]

(Образцы тангенциальные)

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	НВ
	МПа			
	не менее			

*Нормализация 850—870 °С, воздух.
Отпуск 500—550 °С, охлаждение с печью.*

20	800	900	11	269—321
450	650	800	11	—

Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 510—540 °С, охлаждение с печью

20	1000	1100	11	321—388
450	750	850	12	—
500	700	800	12	—

Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 550—580 °С, охлаждение с печью

20	800	900	12	269—321
450	700	800	12	—
500	650	750	12	—

Предел длительной прочности [474]: $\sigma_{300}^{450} = 700$ МПа, $\sigma_{300}^{500} = 650$ МПа.

Технологические свойства [83]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — трудносвариваемая.

Флокеночувствительность — сильно чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость [83]

Количество мартенсита, %	Критический диаметр, мм		Твердость, HRC _B	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
	в воде	в масле		
100	230	—	51,5	80
100 % бейнита	—	1000	48,5	200

Сталь 34ХН1М

Заменитель стали: 38Х2НМ, 34ХНЗМ, 38Х2Н2МА, 40Х2Н2МА.

Вид поставки — поковки и кованные заготовки ГОСТ 8479—70

Назначение — диски, валы, роторы турбин и компрессорных машин, валы экскаваторов, оси, муфты, шестерни, полумуфты, вал-шестерни, болты, силовые шпильки и другие особо ответственные высоконагруженные детали, к которым предъявляются высокие требования по механическим свойствам и работающие при температуре до 500 °С.

Температура критических точек, °С [115]

A _{c1}	A _{c3} (A _{cm})	M _n
730	780	320

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-179—75)

C	Cr	Si	Mn	Ni	Mo	S	P
						не более	
0,30— 0,40	1,30—1,70	0,17—0,37	0,50—0,80	1,30—1,70	0,20—0,30	0,035	0,030

Механические свойства поковок

Режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	$KCU,$ Дж/см ²	НВ
			МПа		%			
			не менее					
Закалка, Отпуск	300—500	315	315	570	12	30	29	167—207
Нормализация	до 100 100—300	395	395	615	17 15	45 40	59 54	187—229

Режимы термобработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$		$\sigma_{\text{в}}$		δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
			МПа		%					
			не менее							
Закалка. Отпуск	До 100	440	440	635	16	45	59	197—235		
	100—300				14	40	54			
	300—500				13	35	49			
	500—800				11	30	39			
	100—300	490	490	655	13	40	54	212—248		
	300—500				12	35	49			
	500—800	11	30	39	212—248					
	До 100	540	540	685	15	45	59	223—262		
	100—300				13	40	49			
	300—500				12	35	44			
100—300	590	590	735	13	40	49	235—277			
300—500				12	35	44				
До 100	640	640	785	13	42	59	248—293			
100—300				12	38	49				
До 100	685	685	835	13	42	59	262—311			
100—300				12	38	49				
До 100	735	735	880	13	40	59	277—321			
Изотермический отжиг 860—870 °С, выдержка при 640—660 °С, затем охлаждение с печью	До 700	—	320	580	11	30	30	167—207		

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Поковка. Закалка 860 °С, масло. Отпуск 660 °С [179]

20	590—640	790—820	19—23	68	200—250
200	560	740	18—20	62—68	—
300	520	730	15	54—56	—
400	480	630—670	19—21	72	—
500	440—470	510—520	22—24	83—84	—

Образец диаметром 6 и длиной 30 мм, прессованный.

Скорость деформирования 16 мм/сек. Скорость деформации 0,009 1/с [81]

800	89	15	49	84	—
1000	39	58	46	65	—
1200	20	27	45	100	—

Ударная вязкость поковок КСУ, Дж/см² [152]

Температура, °С				Сечение *, мм	Термообработка
+20	-20	-40	-60		
142	113	95	85	200	Закалка в воде купанием. Отпуск 620—640 °С.
50	—	30	—	101—300	Закалка 850—870 °С. Отпуск 580—640 °С.
45	—	25	—	301—500	То же

* Место вырезки образца — 1/3R.

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 165$ МПа при $n = 10^7$. [Нормализация 860—870 °С. Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 620—645 °С, выдержка 6 ч, воздух. $\sigma_{0,2} = 610$ МПа, $\sigma_B = 760$ МПа, НВ 240—280. (Образцы с концентраторами. Изгиб в одной плоскости.)]

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1240, конца 780. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—350 мм — в яме.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, ЭШС.

Необходимы подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — после отжига при НВ 210—230 $\sigma_B = 650$ МПа $K_{\text{с тв. спл}} = 0,8$.

Флокеночувствительность — сильно чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость [115]

Расстояние от торца, мм				Примечание
5	50	100	150	
54,5	48,5	41,5	38,5	Закалка 900 °С, вода Твердость, HRC _a

Количество мартенсита 100 %, критический диаметр в воде 60 мм.

Количество бейнита 100 %, критический диаметр в масле 320 мм.

Сталь 30ХН2МФА

Заменитель — сталь 30ХН2ВФА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69 Калиброванный прут ГОСТ 7417—75, ГОСТ 4543—71, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 10702—78. Шлифованный прут и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — валы, цельнокованные роторы, диски, детали редукторов, болты, шпильки и другие ответственные детали турбин и компрессорных машин, работающие при повышенных температурах.

Температура критических точек, °C [130]

A_{e1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
720	830	555	365

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	P	S	Cu
							не более		
0,27— 0,34	0,30— 0,60	0,17— 0,37	0,60— 0,90	2,00— 2,40	0,20— 0,30	0,10— 0,18	0,025	0,025	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC _a), не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 860 °С, масло. Отпуск 680 °С, воздух	25	—	785	880	10	40	88	—
8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск	100—300 300—500	490	490 490	655 655	13 12	40 35	54 49	212—248 212—248
—	Пруток. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 200 °С, воздух	15	—	1470	1710	11	50	58	(49)

Механические свойства в зависимости от сечения [108]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
		МПа		%		

Закалка 860 °C, масло. Отпуск 680 °C, выдержка 1,5 ч

20	Ц	680	940	16	58	140
60	К	790	890	19	66	170
	Ц	740	900	20	65	170

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [125]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 860 °С, масло						
200	1460	1650	8	51	68	50
300	1400	1550	8	55	54	48
400	1310	1410	9	56	64	44
500	1190	1230	10	58	93	40

Механические свойства образцов сечением 10 мм в зависимости от температуры испытания [125]

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_5	ψ
		%	
Закалка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С			
250	1160	13	65
400	920	13	68
500	680	36	79

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [108]

Температура, °С			Термообработка. Закалка 860 °С, масло. Отпуск:
+20	-40	-60	
68	60	56	200 °С
55	50	46	300 °С
62	53	50	400 °С
82	70	61	500 °С

Технологические свойства [108]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Охлаждение замедленное.

Прокаливаемость [130]

Термообработка	Критическая твердость, HRC ₉	Критический диаметр, мм	
		в воде	в масле
Закалка 860 °С	45—51	60	—
Закалка 860 °С	37—42	—	60

Сталь 36Х2Н2МФА

Заменитель — сталь 37ХНЗМФА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69.

Калиброванный пруток ГОСТ 4543—71, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 8559—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 4543—71, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованные заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70. Трубы ОСТ 14-21—77.

Назначение — для крупных ответственных деталей-дисков, крепежных болтов и т. д.

Температура критических точек, °С [185]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _m)	Ar ₁
740	780	400	300

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	P	S	Cu
не более									
0,33—0,40	0,25—0,50	0,17—0,37	1,30—1,70	1,30—1,70	0,30—0,40	0,10—0,18	0,025	0,025	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 600 °С, воздух	25	—	1080	1180	12	50	78	—
8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск	500—800	640	640	785	10	30	39	248—293
		500—800	685	685	835	10	30	39	262—311
		300—500	735	735	880	11	30	39	277—321
		100—300	785	785	930	11	35	49	293—331
		300—500		785	930	10	30	39	293—331

Механические свойства в зависимости от сечения [130]

Сечение, мм	Место вырезки образцов	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
Закалка 860 °С, масло. Отпуск 600 °С, воздух						
50	Ц	1060	1180	17	56	123
80	Ц	920	1020	16	53	82

Продолжение табл.

Сечение, мм	Место вырезки образцов	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
200	Ц	890	1040	16	50	64
200	К	940	1080	16	53	73
Закалка 860 °С, вода/масло. Отпуск 600 °С, воздух						
120	Ц	1080	1190	15	53	91
160	Ц	1000	1140	14	52	85
160	К	1080	1190	15	56	101
240	Ц	900	1050	15	53	73
240	К	1080	1180	16	53	97

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [130]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 850 °С, масло						
250	1460	1710	10	45	56	49
300	1440	1620	10	47	52	47
400	1350	1450	10	42	41	44
500	1220	1320	12	45	69	40
600	1020	1120	16	64	108	35

Кратковременная теплопрочность [130]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
Закалка 850 °С, масло, Отпуск 600 °С, воздух				
100	1080	1190	12	57
200	1010	1150	13	57
300	960	1070	13	59
400	920	980	15	63
500	780	830	14	74
600	490	560	23	86
700	170	200	38	—

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [130]

Температура, °С					Закалка 850 °С, масло. Отпуск:
+20	-20	-40	-60	-80	
78	71	64	53	48	550 °С, воздух
110	101	90	74	66	600 °С, воздух

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1240, конца 780. Сечения до 50 мм охлаждаются в ящиках, 51—700 мм подвергаются низкотемпературному отжигу с одним переохлаждением.

Свариваемость — трудносвариваемая.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 34ХНЗМ

Заменитель—стали: 35ХНВ, 35ХГНМ, 38Х2НМ, 34ХН1М, 34ХНЗМА, 34ХНЗМФА.

Вид поставки — поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70.

Назначение — крупные особо ответственные детали с высокими требованиями к механическим свойствам.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)
720	790	490

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-179—75)

С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Mo
					не более		
0,30—0,40	0,50—0,80	0,17—0,37	0,70—1,10	2,75—3,25	0,035	0,030	0,25—0,40

Механические свойства поковок (ГОСТ 8479—70)

Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сечение, мм	КП	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
			МПа		%			
			не менее					
Нормализация	100—300	640	640	785	12	38	49	248—293
Закалка. Отпуск	300—500	640	640	785	11	33	44	248—293
	500—800				10	30	39	
Нормализация	До 100	685	685	835	13	42	59	262—311 262—311
	100—300				12	38	49	
	300—500				11	33	39	
Закалка. Отпуск	500—800	685	685	835	10	30	39	262—311
Нормализация	до 100	735	735	880	13	40	59	277—321
	100—300				12	35	49	

Продолжение табл.

Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
			МПа		%			
			не менее					
Закалка. Отпуск	300—500 500—800	735	735 735	880 880	11	30	39	277—321

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

*Прутки. Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 690 °С, 5 ч.
Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 630—650 °С, 1,5—2 ч,
воздух [81]*

20	860	960	19	49	127
200	760	900	16	60	149
300	720	910	17	56	—
400	700	860	21	70	145
500	540	610	18	75	101
600	460	480	25	89	109
700	160	180	47	96	—

Прутки. Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 690 °С, 5 ч. [77]

20	530	850	17	49	81
400	500	720	22	68	—
500	470	600	24	76	78
600	320	350	32	91	96

*Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, кованный.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации
0,009 1/с [81]*

825	87	145	62	98	—
925	51	91	67	98	—
1025	36	66	72	100	—

Ударная вязкость заготовок сечением 300 мм КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С				Термообработка
+20	—20	—40	—60	
105	64	72	72	Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 610—620 °С

Предел выносливости [77, 179]

σ_{-1} , МПа	Термообработка
397 ($n = 10^7$)	$\sigma_{0,2} = 850$ МПа, $\sigma_B = 1010$ МПа, НВ 293—311
358	Нормализация 850—870 °С, воздух $\sigma_{0,2} = 550$ МПа, $\sigma_B = 800$ МПа, НВ 220—230
426	Закалка 840—860 °С, масло. Отпуск 580—620 °С. $\sigma_{0,2} = 840$ МПа, $\sigma_B = 980$ МПа, НВ 290—310

Предел ползучести [77]: $\sigma_{1/100000}^{450} = 294$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{450} = 156$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{500} = 34$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{550} = 12$ МПа.

Предел длительной прочности [77]: $\sigma_{100000}^{450} = 225$ МПа, $\sigma_{100000}^{500} = 59$ —76 МПа, $\sigma_{100000}^{550} = 39$ МПа, $\sigma_{100000}^{575} = 31$ МПа.

Технологические свойства [81, 83]

Температураковки, °С: начала 1240, конца 780. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—350 мм — в яме.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки — РДС, ЭШС. Необходимы подогрев и последующая термообработка

Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии при НВ 210—230 и $\sigma_B = 640$ МПа, $K_{0,25 \text{ спл}} = 0,8$.

Флокеночувствительность — повышено чувствительная.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость [84]

(Закалка 870 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₃)

Расстояние от торца, мм					
1,5	6	12	18	30	48
52—54	49—51,5	48,5—51	48,5—51	48,5—51	48,5—51

Сталь 38Х2НМ

Заменитель — стали: 34ХН1М, 40ХН2МА.

Вид поставки — поковки и кованые заготовки ТУ 24.11.01 073—86.

Назначение — ответственные детали тяжелого и транспортного машиностроения типа осей, валов и другие высоконагруженные детали, а также детали, используемые в условиях низких температур.

Химический состав, % (ТУ 24.11.01.073—86)

С	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	S	P
						не более	
0,32—0,42	0,50—0,80	0,17—0,37	1,80—2,30	0,60—0,90	0,20—0,30	0,030	0,030

Механические свойства поковок по ТУ 24.11.01.073—86

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²		НВ
		МПа		%		температура испытания, °С		
		не менее				+20	—40	
Поковка. Закалка 850—870 °С. Отпуск 590—620 °С	До 300	680	830	12	38	50	35	255
	300—500	580	740	12	35	45	30	235
	500—800	530	700	10	30	40	30	223

Примечание. Механические свойства даны для продольных образцов, вырезанных на расстоянии 1/3R от поверхности сплошной поковки.

Механические свойства в зависимости от сечения поковки и режима термообработки [137]

Термообработка	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²		НВ
		МПа		%		Температура испытания, °С		
		не менее				+20	—40	
Закалка 870— 890 °С. Отпуск 640—650 °С.	До 270 270—300	600—650 700—830	720—780 820—950	18—21 10—20	58—64 52—70	100—120 80—120	— 50—80	237 269
Нормализация 870—890 °С, воз- дух. Отпуск 620— 630 °С.	До 100	440	635	16	45	59	50	235
	100—300			14	40	54	40	
	300—500			13	35	50	35	
	500—800			12	30	40	30	
Закалка 870— 890 °С. Отпуск 620—630 °С.	500—800	680—720	800—860	16—20	58—65	80—120	—	321
Нормализация 870 °С. Отпуск 640 °С.	До 600	600—670	700—740	21	54—60	80—120	—	207

Предел выносливости при $n = 10^7$ [137]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
460	$\sigma_{0,2} = 690$ МПа, $\sigma_B = 870$ МПа

Технологические свойства [137]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 900.
Флокеночувствительность — чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость [137]

Расстояние от торца, мм					
1,5	2	9	20	40	60
51—58	51—58	51—58	48—57	46—55	42—52

Примечание. Закалка 870 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉

Сталь 38Х2НМФ

Заменитель — стали: 34ХН1М, 40ХН2МА, 34ХН3М.

Вид поставки — поковки и кованные заготовки ТУ 24.11.01.073—86.

Назначение — ответственные детали тяжелого и транспортного машиностроения типа осей, валов и другие высоконагруженные детали, а также детали, используемые в условиях низких температур.

Химический состав, % (ТУ 24.11.01.073—86)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	S	P
							не более	
0,32—0,42	0,50—0,80	0,17—0,37	1,80—2,30	0,60—0,90	0,20—0,30	0,08—0,15	0,030	0,030

Механические свойства поковок (ТУ 24.11.01.073—86)

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²		НВ
		МПа		%	Температура испытывания, °С			
					+20	—40		
Закалка 850—870 °С. Отпуск 620—650 °С.	До 300	700	850	12	38	50	35	262
	300—500	600	750	12	35	45	35	235
	500—800	550	700	10	30	40	30	223

Примечание. Механические свойства даны для продольных образцов, вырезанных на расстоянии 1/3R от поверхности сплошной поковки.

Механические свойства поковок [155]

Сечение, мм	Место вырезки образца	σ _{0,2}	σ _в	δ ₅	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
		МПа		%			
Закалка 880 °С. Отпуск 640—650 °С.							
300	Ц	750	870	20	64	220	266
500	Ц	720	840	17	54	90	257
500	1/3R	700—760	800—900	14—16	50—54	100—160	266

СТАЛЬ КОНСТРУКЦИОННАЯ ТЕПЛОУСТОЙЧИВАЯ

Сталь 12МХ

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 20072—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Трубы ГОСТ 550—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — различные детали, работающие при температуре до 530 °С.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _{c_m})	Ar ₁
723	885	803	715

Химический состав, % (ГОСТ 20072—74)

C	Mn	Si	Cr	Mo	Ni	S	P	Cu	W	V	Ti
					не более						
0,09— 0,16	0,40— 0,70	0,17— 0,37	0,40— 0,70	0,40— 0,60	0,30	0,025	0,030	0,20	0,20	0,05	0,03

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термической обработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 20072—74	Прутки. Нормализация 910—930 °С, воздух. Отпуск 670—690 °С, воздух	90	235	410	21	45	59	—
ГОСТ 550—75	Трубы бесшовные горячедеформированные термообработанные	2—25	245	410	21	45	69	156
[81]	Лист. Закалка 900—920 °С, вода. Отпуск 670—720 °С, воздух	4—60	235	440	24	—	59	182
		61—125	235	440	18	32	49	—

Механические свойства при повышенных температурах [77]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Трубы диаметром 273 мм с толщиной стенки 28 мм.
Нормализация 920 °C, воздух. Отпуск 680—690 °C, воздух

20	280	445	32	67	189
200	250	450	20	62	184
300	290	480	20	57	157
400	250	450	23	62	178
500	235	400	22	62	94
550	220	360	22	64	77
600	220	310	26	64	142

Механические свойства при испытании на длительную прочность (ГОСТ 20072—74)

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура, °C	Предел длительной прочности, МПа	Длитель- ность, ч	Температура, °C
216	1/10 000	480	245	10 000	480
147	1/100 000	480	196	100 000	480
69	1/100 000	510	157	10 000	510
34	1/100 000	540	118	100 000	510
			108	10 000	540
			69	100 000	540

Чувствительность к охрупчиванию при старении [86]

Время, ч	Температура, °C	КСУ, Дж/см ²
Исходное состояние 2000	—	186
	480	181
	540	176

Технологические свойства

Температураковки, °C: начала 1260, конца 750.

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, КТС. Рекомендуется подогрев и последующая термическая обработка [81].

Обработываемость резанием — в нормализованном и отпущенном состоянии при HB 138 и $\sigma_B = 460$ МПа, $K_{0,5}$ ст = 1,4 [81].

Флокеночувствительность — чувствительна [127].

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [77].

Сталь 12Х1МФ

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 20072—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Лист толстый ГОСТ 5520—79. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — для изготовления деталей, работающих при температуре 540—580 °С.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	Мн (105)
760	890	825	730	430

Химический состав, % (ГОСТ 20072—74)

С	Mn	Si	Cr	V	Mo	Ni	S	P	Cu
						не более			
0,08—0,15	0,40—0,70	0,17—0,37	0,90—1,20	0,15—0,30	0,25—0,35	0,30	0,025	0,030	0,20

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
20072—74	Прутки. Нормализация 960—980 °С, воздух. Отпуск 700—750 °С, воздух	90	—	255	470	21	55	98	—
5520—79	Листы 2, 3, 16, 18-й категорий термообработанные	4—40	—	294	440—588	21	—	78	—
8479—70	Поковки. Нормализация	До 100 100—300 300—500 500—800	215	215	430	24 20 18 16	53 48 40 35	54 49 44 39	123—167
		100—300 300—500	245	245	470	19 17	42 35	39 34	143—179

**Механические свойства при испытании на длительную прочность
(ГОСТ 20072—74)**

Предел ползучести МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность, ч	Температура, °С
177	1/10 000	520	196	10 000	520
127	1/100 000	520	157	100 000	520
116	1/10 000	560	137	10 000	560
82	1/100 000	560	106	100 000	560
88	1/10 000	580	118	10 000	580
61	1/100 000	580	88—98	100 000	580

Чувствительность к охрупчиванию при старении [81]

Время, ч	Температура, °С	КСУ, Дж/см ²
Исходное состояние	—	176
3000	600	235
5000	625	245

Механические свойства при повышенных температурах [81, 77]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Нормализация 950—1030 °С. Отпуск 680—760 °С

20	320—450	510—580	25—33	67—77	147—196
480	330	480—490	22	75	137
500	315—325	435—470	18—20	67—74	—
520	315—325	430—450	21—24	75	108
560	215—315	305—500	20—26	78—84	127
580	205—245	295—440	22—28	66—84	—
600	185—265	225—440	23—38	74—85	—

Труба диаметром 273 мм с толщиной стенки 29 мм.

Нормализация 980—1000 °С. Отпуск 740—760 °С

20	305	490	23—33	71—74	127—157
100	285	450	27	73	235
200	255	450	23	71	235
300	225	480	19	66	181
400	215	430	24	73	147
450	205	390	25	80	—
480	225	410	28	78	127
500	205	345	25	81	132
540	225	355	28	83	137
600	175	215	25	87	235

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Образец продольный (из трубы) диаметром 6 мм, длиной 30 мм.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с

850	73	82	36	85	—
900	51	66	44	97	—
950	44	60	54	98	—
1000	35	50	60	100	—
1050	30	42	56	100	—
1100	23	31	58	100	—
1150	14	18	55	100	—

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1240, конца 780. Сечения до 50 мм охлаждаются в штабелях, 51—100 мм — в ящиках, 500—600 мм подвергаются низкотемпературному отжигу.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обработываемость резанием — в нормализованном и отпущенном состоянии при $HВ \geq 138$ и $\sigma_B = 460$ МПа $K_{вб. ст} = 1,35$, $K_{вт. спл} = 1,50$.

Жаростойкость [81]

Среда	Температура, °С	Длительность испытания ч	Глубина, мм/год
Воздух	585	—	0,07
	625	—	0,491
	650	5000	0,509—1,2

Сталь 25Х1МФ

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 20072—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Полоса ГОСТ 20072—74, ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 20072—74, ГОСТ 1133—71.

Назначение — различные детали, работающие при температуре до 540 °С. Крепежные детали, работающие при температуре от —40 до +500 °С.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	Мн [146]
760	840	770	685	345

Химический состав, % (ГОСТ 20072—74)

C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ni	S	P	Cu
						не более			
0,22— 0,29	0,40— 0,70	0,17— 0,37	1,50— 1,80	0,25— 0,35	0,15— 0,30	0,30	0,025	0,030	0,020

Механические свойства

Источники	Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$ σ_B δ_5 ψ				KCU, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
20072—74	Прутки: Закалка 880—900 °С, масло. Отпуск 640—660 °С, воздух	90	735	880	14	50	59	—
	Закалка 930—950 °С, масло. Отпуск 620— 660 °С, воздух	90	665	780	16	50	59	—
	[85] Нормализация 1000 °С, отпуск 650 °С	—	810— 870	940— 980	17	51—58	—	—
[182]	Поковки: Закалка 860 °С, масло. Отпуск 515 °С, воздух.	250 350 450	780 690 590	930 860 780	10 12 14	40 45 45	49 59 59	285—321 269—302 241—277
	Закалка 930—950 °С, масло. Отпуск 620— 660 °С, воздух.	20—180	670	780	16	50	59	—

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [77]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 910—920 °С, масло					
540	1220	1270	13	58	—
570	1190	1230	16	61	—
600	1150	1190	18	61	78
630	1060	1120	19	62	78
660	880	960	19	69	127

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Отжиг 920 °С [85]					
20	400	540	24	75	—
500	260	380	23	79	—
550	240	330	24	82	—

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Закалка 930—950 °С, масло. Отпуск 620—660 °С [81]

20	790—1000	880—1050	16—19	60—64	78—98
400	610	710	17	68	—
450	590	690	17	71	—
500	580	620	19	75	—
550	490	550	20	78	—

**Механические свойства при 20 °С
в зависимости от тепловой выдержки [77]**

Состояние стали, режимы термообработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см ²
	Время выдерж- ки, ч	Темпера- тура, °С	МПа		%		
Закалка 950 °С, масло. Отпуск 620 °С	3000	450	940	1110	18	61	54
	6000	450	990	1160	17	55	44
	3000	500	980	1090	18	60	44—59
	6000	500	950	1070	17	60	49—54
Нормализация 1000 °С, воздух. Отпуск 650 °С	3000	450	800	970	15	52	41—49
	3000	500	870	980	15	60	41

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 372 \div 470$ МПа при $n = 5 \cdot 10^6$ [$\sigma_{0,2} = 790 \div 1000$ МПа, $\sigma_B = 880 \div 1050$ МПа. Закалка 940 °С, масло. Отпуск 640 °С].

**Механические свойства при испытании на длительную прочность [85]
(ГОСТ 20072—74)**

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура, °С	Предел дли- тельной проч- ности, МПа	Длитель- ность, ч	Темпера- тура, °С
78	1/100 000	500	255—284	10 000	500
88	1/10 000	550	98—147	10 000	550
29	1/100 000	550			

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 850. Сечения до 60 мм охлаждаются в штабелях на воздухе, 61—200 мм подвергаются низкотемпературному отжигу.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС и АДС.

Обрабатываемость резанием — в нормализованном и отпущенном состоянии при $HV \leq 300$, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,7$, $K_{\text{в ст}} = 0,25$.

Флокеночувствительность — чувствительна [127].
Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [127].

Прокаливаемость [127]

Расстояние от торца								
5	10	15	20	25	30	40	50	60
45— 50,5	42,5— 49,5	38,5— 48	35,5— 46,5	34— 44,5	32,5— 41,5	31— 39,5	30— 39,5	29,5— 39,5

Примечание. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₃.

Сталь 25Х2М1Ф

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 20072—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — крепежные детали, работающие при температуре до 535 °С, плоские пружины, болты, шпильки и другие детали.

Температура критических точек, °С [81]

A _{c1}	A _{c3} (A _{c_m})	A _{r3} (A _{r_m})	A _{r1}
780	870	790	700

Химический состав, % (ГОСТ 20072—74)

C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ni	S	P	Cu
						не более			
0,22— 0,29	0,40— 0,70	0,17— 0,37	2,10— 2,60	0,90— 1,10	0,30— 0,50	0,30	0,025	0,030	0,20

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сеченнс, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU , Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
20072—74	Прутки. Нормализация 1030—1050 °С, воздух. Нормализация 950—970 °С, воздух. Отпуск 680—720 °С, воздух	90	—	670	780	12	50	49	—

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термо- обработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
8479—70	Нормализация Закалка. Отпуск	100—300	490	490	655	13	40	54	212—248
		100—300	590	590	735	13	40	49	235—277
	Нормализация Закалка Отпуск	До 100	685	685	835	13	42	59	262—311
		100—300				12	35	49	

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Прутки Нормализация 1030—1050 °С, воздух.
Отпуск 650—660 °С, 6 ч, воздух При 20 °С НВ 285—302

20	780—1050	880—1160	11—21	39—70	62
100	780—980	880—1010	13—18	38—60	—
200	740—910	830—1010	12—14	51—62	—
300	680—980	780—1080	12—17	48—60	—
500	680—760	760—820	14—19	65—71	86
525	640—720	690—770	15—19	70—76	86
550	640—710	690—740	17	74	74
575	640—710	680—730	16—18	69—76	78
600	520—690	550—710	16—22	70—77	94

Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, кованный.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с [81]

800	265	275	29	72	—
850	255	265	35	86	—
900	215	225	34	90	—
950	125	140	40	93	—
1000	83	93	60	92	—
1100	53	61	61	81	—
1200	32	37	55	84	—
1250	27	28	58	100	—

Механические свойства в зависимости
от тепловой выдержки и температуры испытания [179]

Состояние стали, режимы термо- обработки	Тепловая выдержка		Темпе- ратура, испыта- ния, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Темпе- ратура, °С	Время выдерж- ки, ч		МПа		%		
Нормализация 1030— 1050 °С, отпуск 650 °С, 6 ч	550	3000	20	840	960	15	54	65
	550	3000	550	610	640	14	59	84
	550	6000	20	810	910	13	54	63
	550	6000	550	580	600	15	60	126

Состояние стали, режимы термо- обработки	Тепловая выдержка		Темпе- ратура, испыта- ния, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Темпе- ратура, °С	Время выдерж- ки, ч		МПа		%		
Нормализация 1030— 1050°С, отпуск 650°С, 6 ч	575	3000	20	720	850	14	58	66
	575	3000	550	530	580	15	66	127
	575	6000	20	570	700	18	66	111
	575	6000	550	450	500	17	69	167

**Механические свойства при испытании на длительную прочность
(ГОСТ 20072—74)**

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Темпера- тура, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длитель- ность, ч	Темпера- тура, °С
69	1/100 000	550	118	10 000	550
			137	100 000	550 [81]
			157	20 000	550 [77]
			216	10 000	550 [77]

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [85]

Температура, °С				Термообработка
+20	—20	—40	—60	
98—225	88—137	69—137	59—108	Нормализация 1030—1050 °С, норма- лизация 950—970 °С, отпуск 650— 660 °С, 6 ч, воздух

Предел выносливости [77]

$\sigma_{-1} = 461$ МПа при $n = 10^7$	Нормализация 1040 °С. Отпуск 650 °С, 6 ч, воздух $\sigma_{0,2} =$ $= 980$ МПа, $\sigma_B = 1080$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обработываемость резанием — в нормализованном и отпущенном состоянии
при $H_B \leq 300$ и $\sigma_B = 1030$ МПа $K_{об ст} = 0,25$, $K_{об тв. спл} = 0,60$.

Жаростойкость [179]

Среда	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год
Пар	550	500	0,18
	550	300	0,25
	550	100	0,51

Сталь 20Х3МВФ

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 20072—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — крепеж и другие детали, работающие при температуре до 540—560 °С.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
815	925	795	690

Химический состав, % (ГОСТ 20072—74)

C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V	Ni	S	P	Cu
не более										
0,15—0,23	0,25—0,50	0,17—0,37	2,80—3,30	0,30—0,50	0,35—0,55	0,60—0,85	0,30	0,025	0,030	0,20

Механические свойства прутков (ГОСТ 20072—74)

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
		МПа		%		
		не менее				
Закалка 1030—1060 °С, масло. Отпуск 660—700 °С, воздух	90	735	880	12	40	59

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Диски диаметром 600—1000 мм, толщиной 100—150 мм.
Закалка 1050 °С, масло. Отпуск 700 °С. (Образцы тангенциальные)

20	730—810	870—910	13	45—50	34—44
200	700	780	12	55	67
300	700	780	10	39	88
400	660	720	10	33	83
500	580—610	600—630	—	44—52	78
550	510—550	530—560	10—12	44	59—78
580	480—500	490—540	11	27—40	59—78

Температура спытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см
	МПа		%		

*Поковка ротора из слитка 47 т, диаметром бочки 965—1075 мм.
Нормализация 1050 °С. Закалка 1000 °С, масло. Отпуск 670 °С,
охлаждение с печью до 150 °С. (Образцы тангенциальные)*

20	590—690	690—780	12—18	41—68	39—108
300	510—600	600—680	11—15	54—61	108—122
400	500—590	550—560	13—16	57—65	98—118
500	450—570	470—570	15—20	69—72	88—118
550	400—510	410—520	12—21	65—80	88—118
600	340—450	360—460	18—23	70—84	88—108

*Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, кованный и нормализованный.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с*

1000	49	72	56	100	—
1050	31	49	58	100	—
1100	22	45	66	100	—
1150	15	26	77	100	—
1200	17	27	79	100	—

**Механические свойства при испытании на длительную прочность
(ГОСТ 20072—74)**

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Темпера- тура, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длитель- ность, ч	Темпера- тура, °С
177	1/10 000	500	333	10 000	500
147	1/100 000	500	294	100 000	500
127	1/10 000	550	196	10 000	550
98	1/100 000	550	157	100 000	550
49	1/100 000	580	137	10 000	580
			98	100 000	580

Чувствительность к охрупчиванию при старении [81]

Время, ч	Температура, °С	КСУ, Дж/см ²
	Исходное состояние	44
10 000	500	73
10 000	550	49
5 000	600	73

Предел выносливости [77]

$\sigma_{-1} = 314\text{—}333$ МПа при $n = 10^3$	$\sigma_{0,2} = 640$ МПа, $\sigma_B = 760$ МПа. Поковка ротора, диаметр бочки 860 мм. Отжиг 950 °С. Нормализация 1100 °С. Закалка 980—1020 °С, масло. Отпуск 660—680 °С

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1240, конца 780. Сечения до 50 мм охлаждаются в ящиках, 51—700 мм подвергаются отжигу с одним переохлаждением.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС — необходимы подогрев и последующая термообработка, КТС.

Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии при HB 157 и $\sigma_B = 530$ МПа, $K_{об.ст} = 1,1$, $K_{в.тв.спл} = 1,5$.

Сталь 15Х5М

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 20072—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 7417—75. Лист толстый ГОСТ 7350—77. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 550—75, ГОСТ 8732—78, ГОСТ 8734—75, ГОСТ 9567—75.

Назначение — трубы, подвижки, крепеж и другие детали, от которых требуется сопротивляемость окислению при температуре до 600—650 °С.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
815	848	775	718

Химический состав, % (ГОСТ 20072—74)

C	Mn	Si	Cr	Mo	Ni	S	P	Cu	W	V	Ti
не более					не более						
0,15	0,5	0,5	4,5—6,0	0,45—0,60	0,6	0,025	0,030	0,20	0,3	0,05	0,03

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB, не бо- лее
			МПа		%			
			не менее					
20072—74	Прутки. Отжиг 840— 860 °С, охлаждение с печью	90	215	390	22	50	118	—

Продолжение табл.

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не бо- лее
			МПа		%			
			не менее					
7350—77	Листы горячекатаные или холоднокатаные. Отжиг 840—870 °С, воздух	25	236	470	18	—	—	—
550—75	Трубы горячедеформиро- ванные, термообработан- ные	2—25	216	392	22	50	118	170
	Трубы холодно- и тепलोде- формированные термооб- работанные	2—25	216	392	22	—	—	170
	Трубы горячедеформиро- ванные. Нормализация. Отпуск	2—25	412	588	16	65	98	235

Механические свойства при повышенных температурах [82]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Поковки диаметром 280 мм. Нормализация 1000 °С, воздух.
Отпуск 700 °С, воздух

20	660	800	16	50
200	580	680	15	68
300	550	670	15	65
400	530	630	14	64
450	520	620	16	70
500	465	550	19	75
550	390	500	22	82
600	300	415	22	84

Образцы из труб толщиной 10—12 мм. Нормализация. Отпуск

20	485	640	18	78
400	430	510	12	75
450	385	480	15	76
500	350	430	18	82
600	170	310	21	91

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [70]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₅
	МПа		%			

Образцы. Закалка 900 °С, охлаждение на воздухе

200	990	1260	16	63	125	35
400	1010	1220	18	64	112	35
450	1020	1230	20	65	123	37
500	1120	1250	16	64	92	35
550	760	850	19	73	250	20

Механические свойства при испытании на длительную прочность (ГОСТ 20072—74)

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Темпера- тура, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длитель- ность, ч	Темпера- тура, °С
103	1/10 000	480	177	10 000	480
64	1/10 000	540	98	10 000	540
69	1/100 000	480	147	100 000	480
39	1/100 000	540	74	100 000	540

Ударная вязкость КСУ, Дж/см²

Температура, °С				Термообработка
+20	—25 (—20)	—40	—60	
245	222	136	—	Труба. Отжиг 860 °С, охлаждение с печью [82]. Труба. Нормализация 1000 °С. Отпуск 700 °С. [70] Закалка 900 °С, воздух. Отпуск 600 °С. [70]
281	306	288	—	
—	(284)	—	216	

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 800 мм подвергаются отжигу с перекристаллизацией и одному переохлаждению.

Свариваемость — трудносвариваемые. Способ сварки — РДС. Необходимы подогрев и последующая термообработка.

Обработываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 170 и $\sigma_B = 390$ МПа, $K_{0.2}$ тв. спл = 2,7, $K_{0.2}$ б. ст = 2,0.

Флокеночувствительность — чувствительна [82].

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [82].

Коррозионная стойкость [30]

Среда	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год
Вода дистиллированная	300	50	0,033
	500		0,19
	600		0,784

Сталь 15ХМ

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 4543—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 10702—78, Калиброванный пруток ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 1051—73, ГОСТ 10702—78, Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 4543—71. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 8479—70, ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 8731—87, ГОСТ 8733—87, ГОСТ 8732—78, ГОСТ 8734—74.

Назначение — различные детали, работающие при температуре от —40 до 560 °С под давлением.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)
740	875

Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

С	Mn	Si	Cr	Mo	P	S	Cu	Ni
					не более			
0,11— 0,18	0,40—0,70	0,17—0,37	0,80—1,10	0,40—0,55	0,035	0,035	0,30	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
4543—71	Пруток. Нормализация 880 °С, воздух. Отпуск 650 °С, воздух	30	—	275	440	21	55	118	—

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ, не более
				МПа		%			
				не менее					
8479—70	Поковн. Нормализация. Отпуск	До 100 100—300	195	195	390	26 23	55 50	59 54	111—156
		До 100 100—300	215	215	430	24 20	53 48	54 49	123—167
		До 100 100—300	245	245	470	22 19	48 42	49 39	143—179
		До 100 100—300 300—500	275	275	530	20 17 15	40 38 32	44 34 29	156—197
		До 100	315	315	570	17	38	39	167—207
		До 100	345	345	590	18	45	59	174—217
	Поковн. Закалка. Отпуск	100—300	345	345	590	17	40	54	174—217
		До 100	395	395	615	17	45	59	187—229
			440	440	635	16	45	59	197—235
			490	490	655	16	45	59	212—248

Механические свойства при повышенных температурах [77]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Нормализация 900—920 °С, воздух. Отпуск 630—650 °С

20	345	530	26	67	265
350	220	500	22	67	245
400	245	495	24	69	162
450	245	480	22	74	167
500	265	440	20	76	—
520	265	410	20	62—82	—
550	245	410	21	79	—
600	240	305	22	51—77	—

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность, ч	Температура, °С
78	1/10 000	500	186	10 000	475
132	1/1000	525	152	10 000	500
54	1/10 000	525	108	10 000	525
44	1/10 000	550	74	10 000	550
167	1/1000	475			
88—98	1/10 000	475			

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1260, конца 750. Сечения до 200 мм охлаждаются на воздухе, 201—700 мм подвергаются низкотемпературному отжигу.

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, КТС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в нормализованном и отпущенном состоянии при HB 138 и $\sigma_B = 460$ МПа, $K_{pb.ст} = 1,4$, $K_{p.тв.спл} = 1,6$.

Флокеночувствительность — чувствительна [127].

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [127].

СТАЛЬ КОНСТРУКЦИОННАЯ ПОДШИПНИКОВАЯ

Сталь ШХ15

Заменитель — стали: ШХ9, ШХ12, ШХ15СГ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 801—78, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка: ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Проволока ГОСТ 4727—83.

Назначение — шарики диаметром до 150 мм, ролики диаметром до 23 мм, кольца подшипников с толщиной стенки до 14 мм, втулки плунжеров, плунжеры, нагнетательные клапаны, корпуса распылителей, ролики толкателей и другие детали, от которых требуется высокая твердость, износостойкость и контактная прочность.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1} [82]	M_n [140]
724	900	713	700	210

Химический состав, % (ГОСТ 801—78)

C	Mn	Si	Cr	S	P	Ni	Cu
				не более			
0,95—1,05	0,20—0,40	0,17—0,37	1,30—1,65	0,020	0,027	0,30	0,25

Механические свойства [104, 88]

Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉ (HB), не более
		МПа		%			
		не менее					
Отжиг 800 °С, печь до 730 °С, затем до 650 °С со скоростью 10—20 град/ч, воздух	—	370—410	590—730	15—25	35—55	44	(179—207)
Закалка 810 °С, вода до 200 °С, затем масло. Отпуск 150 °С, воздух	30—60	1670	2160	—	—	5	62—65

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [82]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5		ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉	HB
	МПа		%					
Закалка 840 °С, масло								
200	1960—2200	2160—2550	—	—	—	—	61—63	—
300	1670—1760	2300—2450	—	—	—	—	56—58	—
400	1270—1370	1810—1910	—	—	—	—	50—52	—
450	1180—1270	1620—1710	—	—	—	—	46—48	—
Закалка 860 °С, масло								
400	—	1570	—	—	—	15	—	480
500	1030	1270	8	34	—	20	—	400
550	900	1080	8	36	—	24	—	360
600	780	930	10	40	—	34	—	325
650	690	780	16	48	—	54	—	280

Механические свойства в зависимости от температуры испытаний

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Нагрев при 1150 °С и охлаждение до температур испытаний [82]					
800	—	130	35	43	—
900	—	88	43	50	—
1000	—	59	42	50	—
1100	—	39	40	50	—
Образец диаметром 6 мм и длиной 30 мм, деформированный и отожженный. Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с [81]					
1000	32	42	61	100	—
1050	28	48	62	100	—
1100	20	29	72	100	—
1150	17	25	61	100	—
1200	18	22	76	100	—

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 830 °С, масло. Отпуск 150 °С, 1,5 ч [89]					
25	—	2550	—	—	88
—25	—	2650	—	—	69
—40	—	2600	—	—	64

Предел выносливости при $n = 10^6$ [82]

σ_{-1} , МПа	Термообработка
333 804 652	НВ 192. Отжиг НВ 616. Закалка 830 °С. Отпуск 150 °С, масло $\sigma_{0,2} = 1670$ МПа, $\sigma_B = 2160$ МПа, НВ 582—670 [87]

Теплостойкость [82]

Температура, °С	Время, ч	Твердость, HRC ₉
150—160	1	63

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1150: конца 800. Сечения до 250 мм охлаждаются на воздухе, 251—350 мм — в яме.

Свариваемость — способ сварки — КТС.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 202 и $\sigma_B = 740$ МПа $K_{p\text{ тв. слп}} = 0,90$, $K_{p\text{ б. ст}} = 0,36$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонная.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Шлифуемость — хорошая.

Прокаливаемость [82, 69]

(Закалка 850 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉)

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	24	33
65,5— 68,5	63—68	58,5— 67,5	51,5— 67	40—64	38—54	38— 48,5	38—47	33— 41,5	28— 35,5

Количество мартенсита, %	Критическая твёрдость, HRC ₉	Критический диаметр, мм	
		в воде	в масле
50	57	28—60	9—37
90	62	20—54	6—30

Сталь ШХ15СГ

Заменитель — стали: ХВГ, ШХ15, 9ХС, ХВСГ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 801—78, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 801—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76

Назначение — крупногабаритные кольца шарико- и роликоподшипников со стенками толщиной более 20—30 мм; шарики диаметром более 50 мм; ролики диаметром более 35 мм.

Температура критических точек, °С [81]

A _{c1}	A _{c3} (A _{c_m})	A _{r1}	M _n
750	910	688	205

Химический состав, % (ГОСТ 801—78)

C	Mn	Si	Cr	S	P	Ni	Cu
				не более			
0,95—1,05	0,90—1,20	0,40—0,65	1,30—1,65	0,020	0,027	0,30	0,25

Механические свойства [82]

Режимы термобработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB (HRC ₉)
	МПа		%			
	не менее					
Отжиг 790—810 °С, охлаждение с печью до 730 °С, от 730 до 650 °С со скоростью 10—20 град/ч, далее на воздухе (отжиг изотермический)	370—410	590—730	15—25	35—55	44	179—217
Закалка 810—840 °С, масло. Отпуск 150 °С, воздух	—	1960—2350	—	—	3—7	(61—65)

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [81]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	HRC ₉
	МПа		

Закалка 820 °С, масло

160	2250—2370	1960—2350	62—65
200	2130—2280	2160—2550	60—62
250	2120—2200	—	59—61
300	1860—2040	—	58—59
330	1850—1950	—	56—57

Предел выносливости [60, 85]

σ_{-1} , МПа	Термообработка — закалка, отпуск
559 при $n = 4 \cdot 10^7$	HB 621—643
696	HB 643—659
657	HB 616—627
637	HB 587—601

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1150, конца 800. Сечения до 250 мм охлаждаются на воздухе, 251—350 мм — в яме.

Свариваемость — способ сварки КТС.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 202 и $\sigma_B = 740$ МПа $K_{\text{в тв. спл}} = 0,90$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,36$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость

(Закалка 850 °С. Твердость для полос прокаливаемости, HRC₉)

Расстояние от торца, мм									
1,5	3,0	4,5	6,0	9,0	12,0	15,0	27,0	39,0	51,0
65— 67,5	65— 67,5	65— 67,5	65— 67,5	65— 67,5	62,5— 67,5	56— 66,5	36— 54,5	31— 41,5	27,5— 37,5
Количество мартенсита, %		Критическая твердость, HRC ₉		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50		57		73—102			45—68		
90		62		60—88			36—59		

Сталь ШХ4

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 801—78, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 801—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 801—78, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76.

Назначение — кольца железнодорожных подшипников.

Химический состав, %, ГОСТ 801—78

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu
				не более			
0,95—1,05	0,15—0,30	0,15—0,30	0,35—0,50	0,02	0,027	0,30	0,25

Механические свойства колец при 20 °С [160]

Термообработка	$\sigma_{\text{сж}}$, МПа, поверхности	HRC ₉	
		поверхности	сердцевины
Поверхностная закалка ТВЧ, 840—860 °С, выдержка не менее 45 с, охлаждение интенсивным потоком воды	500—700	Не менее 61	37—42

СТАЛЬ КОНСТРУКЦИОННАЯ РЕССОРНО-ПРУЖИННАЯ

Сталь 65

Заменитель — стали: 60, 70

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78, ГОСТ 7419.1—78, ГОСТ 7419.3—78, ГОСТ 7419.5—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 7419.0—78, ГОСТ 7419.1—78, ГОСТ 7419.3—78, ГОСТ 7419.5—78—ГОСТ 7419.8—78. Лента ГОСТ 1530—78, ГОСТ 2284—79. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75, ГОСТ 1577—81, ГОСТ 82—70, ГОСТ 7419.2—78, ГОСТ 7419.4—78. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Проволока ГОСТ 9389—75. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74.

Назначение — рессоры, пружины и другие детали, от которых требуются повышенные прочностные и упругие свойства, износостойкость; детали, работающие в условиях трения при наличии высоких статических и вибрационных нагрузок.

Температура критических точек, °С [173]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁	Mn [105]
727	752	730	696	285

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	S	P	Cu	Ni
			не более				
0,62—0,70	0,50—0,80	0,17—0,37	0,25	0,035	0,035	0,20	0,25

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_4)$	ψ
			МПа		%	
			не менее			
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 830 °С, масло. Отпуск 470 °С		785	980	10	35
ГОСТ 2284—79	Лента холоднокатаная отожженная	0,1—4	—	450—750	(10)	—
[140]	Нормализация 820 °С, воздух	—	415	820	(19)	33
	Отжиг 820 °С	—	415	810	(22)	33

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [2]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	HRC _a
	МПа		%		

Закалка 800 °С, масло (сечение 12 мм)

400	810	1220	5	—	45
500	760	1130	13	40	32
600	650	930	18	52	23

Механические свойства при повышенных температурах [163]

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_5	ψ	НВ
		%		

Закалка 800 °С, масло. Отпуск 600—620 °С

100	690	16	—	185
200	640	14	19	185
300	730	18	20	185
400	600	22	25	170
500	450	27	35	140
600	280	33	50	120

Предел выносливости [140, 2]

σ_{-1} , МПа, не менее	Состояние стали
296	Образцы диаметром 15 мм $\sigma_{0,2} = 350$ МПа, $\sigma_B = 770$ МПа
466	$\sigma_B = 840$ МПа

Технологические свойства [140]

Температураковки, °С: начала 1230, конца 830. Охлаждение на воздухе.
Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.
Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость [140]

Расстояние от торца, мм									
2,5	5	7,5	10	15	20	25	30	35	45
61	38	36,5	35,5	34	32	30,5	29	27,5	24

Примечание. Закалка 810 °С. Твердость, HRC_a.

Сталь 70

Заменитель — сталь 65Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78, ГОСТ 7419.1—78, ГОСТ 7419.3—78, ГОСТ 7419.5—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный прутост 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 7419.0—78, ГОСТ 7419.1—78, ГОСТ 7419.3—78, ГОСТ 7419.5—78—ГОСТ 7419.8—78. Лист толстый ГОСТ 1577—81, ГОСТ 19903—74. Лента ГОСТ 1530—78, ГОСТ 2284—79, ГОСТ 21996—76, ГОСТ 21997—76. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 7419.4—78, ГОСТ 7419.2—78, ГОСТ 82—70. Проволока ГОСТ 9389—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — рессоры, пружины и другие детали, от которых требуются повышенные прочностные и упругие свойства, а также износостойкость.

Температура критических точек, °С [82]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
730	743	727	693

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	P	S
			не более				
0,67—0,75	0,50—0,80	0,17—0,37	0,25	0,20	0,25	0,035	0,035

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ, не более
			МПа		%		
			не менее				
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 830 °С, масло, отпуск 470 °С	Образцы	835	1030	9	30	—
[159]	Нормализация	—	510	910	17	29	252
[158]	Проволока. Закалка 920 °С, охлаждение в масле с температурой 40 °С, выдержка 1 мин. Отпуск 500 °С, выдержка 15 мин	6,5	—	1240	7	47	315

Предел выносливости [82] $\sigma_{-1} = 466$ МПа при $n = 10^6$. Закалка 830 °С. Отпуск 550—600 °С, $\sigma_B = 840$ МПа.

Технологические свойства [82]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 850.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций. КТС с последующей термообработкой.

Обрабатываемость резанием — при НВ 183—241, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,7$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,6$.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 75

Заменитель — стали: 70, 80, 85.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78, ГОСТ 7419.1—78, ГОСТ 7419.3—78, ГОСТ 7419.5—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 7419.0—78, ГОСТ 7419.1—78, ГОСТ 7419.3—78, ГОСТ 7419.5—78—ГОСТ 7419.8—78. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75, ГОСТ 7419.2—78, ГОСТ 7419.4—78, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — круглые и плоские пружины различных размеров, пружины клапанов двигателя автомобиля, пружины амортизаторов, рессоры, замковые шайбы, диски сцепления, эксцентрики, шпиндели, регулировочные прокладки и другие детали, работающие в условиях трения и под действием статических и вибрационных нагрузок.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	A_{r1}
720	735	700

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	P	S	Cu	Ni
			не более				
0,72—0,80	0,50—0,80	0,17—0,37	0,25	0,035	0,035	0,20	0,25

Механические свойства по ГОСТ 14959—79

Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
		МПа		%	
		не менее			
Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 820 °С, масло. Отпуск 470 °С	Образцы	885	1080	9	30

Предел выносливости [162, 81]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Термообработка
392 —	— 343—392	$\sigma_{0,2} = 880$ МПа, $\sigma_B = 1080$ МПа Закалка 820 °С, масло, отпуск 480 °С, воздух

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 800. Сечения до 220 мм охлаждаются в колодцах.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций. КТС с последующей термообработкой.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 85

Заменитель — стали: 70, 75, 80.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78, ГОСТ 7419.1—78, ГОСТ 7419.3—78, ГОСТ 7419.5—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный прутост ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 7419.0—78, ГОСТ 7419.1—78, ГОСТ 7419.3—78, ГОСТ 7419.5—78—ГОСТ 7419.8—78. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75, ГОСТ 7419.2—78, ГОСТ 7419.4—78, ГОСТ 82—70. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Лента 2283—79.

Назначение — пружины, фрикционные диски и другие детали, к которым предъявляются требования высоких прочностных и упругих свойств и износостойкости.

Температура критических точек, °C [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₁
720	730	700

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	P	S	Cu	Ni
			не более				
0,82—0,90	0,50—0,80	0,17—0,37	0,25	0,035	0,035	0,20	0,25

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	HB (HRC ₉)
			МПа		%		
			нз менее				
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 820 °С, масло, отпуск 470 °С	—	980	1130	8	30	—
[158]	Проволока. Закалка 920 °С, охлаждение в масле с температурой 40 °С, выдержка 1 мин. Отпуск 500 °С, выдержка 15 мин	6,5	—	1540	5	42	Св. 399
[14]	Закалка 1000 °С, вода. Закалка 870 °С, вода. Отпуск 250 °С	1,0	1650	1750	9	—	(Св. 47)

Предел выносливости [84] $\tau_{-1} = 343—392$ МПа. Проволока. $\sigma_{0,2} = 640 \div 880$ МПа, $\sigma_B = 910 \div 1320$ МПа.

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1180, конца 800. Сечения до 220 мм охлаждаются в коловцах.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 60Г

Заменитель — сталь 65Г.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный прутост ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 1051—73. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Лист толстый ГОСТ 1577—81. Лента ГОСТ 2283—79, ГОСТ 1530—78. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75, Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — плоские и круглые пружины, рессоры, пружинные кольца и другие детали пружинного типа, от которых требуются высокие упругие свойства и износостойкость; бандажи, тормозные барабаны и ленты, скобы, втулки и другие детали общего и тяжелого машиностроения.

Температура критических точек °C [2]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}	Мп
726	765	741	689	270

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	P	S
			не более				
0,57—0,65	0,70—1,00	0,17—0,37	0,25	0,20	0,25	0,035	0,035

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ (HRC ₀), не более
			МПа		%		
			не менее				
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 830 °С, масло Отпуск 470 °С	—	785	980	8	30	—
[84]	Закалка 790—810 °С, вода. Отпуск 360— 400 °С, воздух	20	1180	1370	5	10	(42—47)
	Закалка 800—820 °С, вода. Отпуск 530— 600 °С, воздух	60	640	830	9	37	(30—35)
[87]	Нормализация	80	390	780	11	35	229

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [84]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа		%		

Образец плоский 34×9,5 мм. Закалка 950 °C, масло

400	1460	1710	2	5	440
500	1270	1460	4	10	420
600	1120	1240	7	16	380
700	980	1130	5	22	350

**Ударная вязкость в зависимости от температуры испытания КСУ,
Дж/см² [84]**

Температура, °С						Термообработка
500	300	20	—20	—40	—70	
23	33	14	7	7	4	Отжиг 1000 °С Закалка 830 °С, вода. Отпуск 650 °С
50	100	110	27	23	12	

Предел выносливости [84] $\sigma_{-1} = 529$ МПа при $\sigma_{0,2} = 1180$ МПа, $\sigma_B = 1370$ МПа, НВ 373—435. Закалка 800 °С. Отпуск 380 °С.

Технологические свойства

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций. Ограниченно сваривается контактным способом [91].

Обрабатываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при $\sigma_B = 800$ —920 МПа, $K_{в.ст} = 0,63$, $K_{в.тв.спл} = 0,72$ [100].

Флокеочувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна при содержании Мп ≥ 1 %.

Прокаливаемость [84, 50]

Расстояние от торца, мм										Примечание
1,5	3	6	9	12	15	18	21	24	36	
62,5	62,5	61	58	54	47	39,5	35	35,5	35,5	Твердость, HRC ₉
Термообработка — закалка					Критический диаметр в масле 20 мм					

Сталь 65Г

Заменитель — стали: 70, У8А, 70Г, 60С2А, 9ХС, 50ХФА, 60С2, 55С2.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419 0—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный прутки ГОСТ 1051—73, ГОСТ 14959—79, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 7419 0—78—ГОСТ 7419.8—78. Лист толстый ГОСТ 1577—81. Лента ГОСТ 2283—79, ГОСТ 1530—78, ГОСТ 21996—76, ГОСТ 21997—76, ГОСТ 10234—77, ГОСТ 19039—73. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Проволока ГОСТ 11850—72. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — пружины, рессоры, упорные шайбы, тормозные ленты, фрикционные диски, шестерни, фланцы, корпуса подшипников, зажимные и подающие цапги и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости, и детали, работающие без ударных нагрузок.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	Мн [105]
721	745	720	670	270

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	P	S	Cu	Ni
			не более				
0,62—0,70	0,90—1,20	0,17—0,37	0,25	0,035	0,035	0,20	0,25

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	HRC ₃ , не более
			МПа		%		
			не менее				
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 830 °С, масло. Отпуск 470 °С	Об-разцы	785	980	8	30	—
ГОСТ 1577—81 [81]	Листы нормализованные и горячекатаные. Закалка 800—820 °С, масло. Отпуск 340—380 °С, воздух. Закалка 790—820 °С, масло. Отпуск 550—580 °С, воздух	80	—	730	12	—	—
		20	1220	1470	5	10	44—49
		60	690	880	8	30	30—35

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [84]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₃
	МПа		%			
Закалка 830 °C, масло						
200	1790	2200	4	30	5	61
400	1450	1670	8	48	29	46
600	850	880	15	51	76	30

Механические свойства при повышенных температурах [126]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
Закалка 830 °С, масло. Отпуск 350 °С				
200	1370	1670	15	44
300	1220	1370	19	52
400	980	1000	20	70

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С					Термообработка
20	0	—20	—30	—70	
110	69	27	23	12	Закалка 830 °С. Отпуск 480 °С

Предел выносливости [140]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние стали или термообработка
725	431	Закалка 810 °С, масло. Отпуск 400 °С
480	284	Закалка 810 °С, масло. Отпуск 500 °С
578	—	$\sigma_{0,2} = 1220$ МПа, $\sigma_B = 1470$ МПа, HB 393—454 [84]
647	—	$\sigma_{0,2} = 1280$ МПа, $\sigma_B = 1420$ МПа, HB 420
725	—	$\sigma_{0,2} = 1440$ МПа, $\sigma_B = 1690$ МПа, HB 450

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1250, конца 780—760. Охлаждение заготовок сечением до 100 мм производится на воздухе, сечения 101—300 мм — в мульде.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций. КТС — без ограничений.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна при содержании Mn $\geq 1\%$.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Обрабатываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при HB 240 и $\sigma_B = 820$ МПа, K_v тв. спл = 0,85, K_v б. ст = 0,80.

Прокаливаемость [69]

(Закалка 800 °С. Твердость для полос прокаливаемости HRC₃)

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	27	39
58,5— 66	56,5— 65	53—64	49,5— 62,5	41,5— 56	38,5— 51,5	35,5— 50,5	34,5— 49,5	35— 47,5	31—45
Количество мартенсита, %		Критическая твердость HRC ₃		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50		52—54		30—57			10—31		
90		59—61		До 38			До 16		

Сталь 55С2

Заменитель — стали: 50С2, 60С2, 35Х2АФ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный прутост 14959—79, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 14959—79, ГОСТ 1133—71.

Назначение — пружины и рессоры, применяемые в автомобилестроении, тракторостроении, железнодорожном транспорте и других отраслях машиностроения

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag _s (Arc _m)	Ar _t	Mn [105]
755	810	770	690	272

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	P	S
			не более				
0,52—0,60	0,60—0,90	1,5—2,0	0,30	0,20	0,25	0,035	0,035

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	σ _{0,2}	σ _в	δ ₅	ψ	KCU, Дж/см ²	HB (HRC ₅), не более
		МПа		%			
		не менее					
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий: 3, 3А, 3В, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б Закалка 870 °С, масло или вода. Отпуск 470 °С	1175	1270	6	30	—	—
[92]	Отжиг 750—780 °С, охлаждение с печью	440	760	21	42	16	222
[82]	Нормализация 840 °С	370	690	—	35	—	197
	Изотермическая закалка 870 °С, охлаждение в расплавленной соли при температуре, °С:						
	300	1220	1640	8	—	—	(47)
	360	1110	1350	—	—	85	(42)

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [128]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	HRC ₂
	МПа		%			

Закалка

350	1860	2030	7	31	23	50
400	1830	1910	9	36	27	48
450	1470	1530	11	46	41	44
500	1130	1220	12	47	48	41
550	1060	1180	13	50	56	34

Образцы диаметром 17—22 мм. Отжиг 900 °С, 2 ч Закалка 850 °С, масло, охлаждение после отпуска в печи с 2-х часовой выдержкой [4]

300 *	1960	2250	5	20	—	—
400	1670	1830	8	39	—	—
500	1270	1350	12	39	—	—
600	830	1080	15	42	—	—

* Охлаждение после отпуска в селитре 2 ч.

Предел выносливости [7]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Состояние стали и термообработка
421	294	Закалка 880 °С, масло. Отпуск 400—460 °С, $\sigma_B = 1270$ МПа [81]
598	—	$\sigma_{0,2} = 1050$ МПа, $\sigma_B = 1200$ МПа
720	—	$\sigma_{0,2} = 1300$ МПа, $\sigma_B = 1400$ МПа
769	—	$\sigma_{0,2} = 1690$ МПа, $\sigma_B = 1710$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Охлаждение заготовок сечением до 250 мм на воздухе, 251—300 мм — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 255—269 K_{ϕ} тв. спл = 0,65, K_{ϕ} б. ст = 0,33.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 14959—79) [69]

(Закалка 850 °С. Твердость для полос прокаливаемости HRC₂)

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	27	39
58—66	56—64	51,5— 62	47,5— 59	38,5— 55	35— 49,5	33— 44,5	31— 41,5	28— 37,5	27— 35,5

Количество мартенсита, %	Критическая твердость HRC ₉	Критический диаметр, мм	
		в воде	в масле
50	49—52	57—98	31—57
90	55—58	71	40

Сталь 60С2

Заменитель — стали: 55С2, 50ХФА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Лента ГОСТ 2283—79. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78, ГОСТ 14959—79.

Назначение — тяжелонагруженные пружины, торсионные валы, пружинные кольца, цанги, фрикционные диски, шайбы пружинные.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag _s (Ag _m)	Ag ₁	Mn [138]
770	820	770	700	305

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	P	S
			не более				
0,57—0,65	0,60—0,90	1,5—2,0	0,30	0,20	0,25	0,035	0,035

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термо- обработки	Сече- ние, мм	σ _{0,2}	σ _в	δ ₅	ψ	KCU, Дж/см ²	В (HRC ₉), не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 870 °С, масло. Отпуск 470 °С	Об- разцы	1175	1270	6	25	—	—

Источник	Состояние поставки, режимы термо- обработки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₀), не более	
			МПа		%				
			не менее						
[81]	Изотермическая за- калка 860—880 °С, расплавленная соль 310—330 °С. Отпуск 310—330 °С, воздух Пружины. Навивка при 850—950 °С. За- калка 850—870 °С масло. Отпуск 430— 460 °С, воздух Рессоры. Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 400—450 °С, воздух	10	1590	1760	12	50	62	(47—50)	
[82]			Не определяются						388—477
			Не определяются						387—418

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [2]

Температура отпуска, °С	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа	%			

Закалка 850 °С, масло. Отпуск

300	—	5	27	20	465
400	1680	7	34	20	425
500	1300	10	42	23	345
600	1030	17	48	—	295

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Заготовка диаметром 17 мм. Закалка 860 °С, масло. Отпуск 550 °С [77]

20	1100	1270	11—13	33	24
300	930	1220	15	44	43
400	820	950	19	71	44
500	510	590	23	87	43

Продолжение табл.

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Образцы диаметром 10 мм, длиной 50 мм после прокатки [81]
Скорость деформирования 20 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с

800	83	97	66	97	—
900	55	67	62	96	—
1000	35	42	61	100	—
1100	20	26	78	100	—
1200	12	15	90	100	—

Закалка 860 °C, масло. Отпуск 425 °C, воздух [84]

200	1370	1670	10	40	—
300	1220	1550	20	55	—
400	1080	1270	25	75	—

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Термообработка
490	294	Закалка 860 °C, масло. Отпуск 400—550 °C, $\sigma_B = 1380$ МПа [82] $\sigma_{0,2} = 1370$ МПа, $\sigma_B = 1580$ МПа [88] Закалка. Отпуск 470—480 °C [128]
421	—	
328	—	
($n = 5 \cdot 10^6$)	—	

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [84]

Температура, °C			Термообработка
+20	—30	—60	
37	30	27	Закалка 860 °C, масло. Отпуск 425 °C

Технологические свойства [84]

Температура ковки, °C: начала 1200, конца 800. Охлаждение заготовок сечением до 250 мм на воздухе, сечением 251—350 мм — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обработываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 270—320, $\sigma_B = 1080$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,70$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,27$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 14959—79) [69]
 (Закалка 850 °С. Твердость для полос прокаливаемости HRC₉)

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	27	39
60—67	59—67	57—66	54—65	44,5— 63	38,5— 60	35,5— 56	34— 52,5	30— 43,5	27— 30,5
Количество мартенсита, %		Критическая твердость HRC ₉		Критический диаметр, мм					
				в воде			в масле		
50 90		52—53 58—60		47—82 60			24—53 36		

Сталь 60С2А

Заменитель — стали: 60С2Н2А, 60С2Г, 50ХФА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Лента ГОСТ 2283—79, ГОСТ 21997—76. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Проволока ГОСТ 14963—78. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 14959—79. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78, ГОСТ 14955—77.

Назначение — тяжелонагруженные пружины, торсионные валы, пружинные кольца, цанги, фрикционные диски, шайбы Гровера и др.

Температура критических точек, °С [81]

A _{c1}	A _{c3} (A _{c_m})	A _{r3} (A _{r_{c_m})}	A _{r1}	M _n [88]
770	820	770	700	305

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	S	P
			не более				
0,58—0,63	0,60—0,90	1,6—2,0	0,30	0,20	0,25	0,025	0,025

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KV ₂ , Дж/см ²	НВ (HRC ₉), не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 870 °С, масло. Отпуск 420 °С	—	1375	1570	6	20	—	—
[128]	Изотермическая закалка 860—880 °С, расплавленная соль 310—330 °С. Отпуск 310—330 °С, воздух	10	1570	1770	12	50	62	(47—50)
[82]	Пружины. Навивка 850—950 °С. Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 430—460 °С, воздух		Не определяются					388—477
	Рессоры. Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 400—450 °С, воздух		Не определяются					387—418

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [88]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%			
Закалка 850 °С, масло. Отпуск						
300	1960	2160	2	36	10	462
400	1470	1670	7	39	18	425
500	1080	1290	10	42	29	340
600	730	1030	17	48	—	298

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Пруток диаметром 17 мм. Закалка 860 °С, масло. Отпуск 550 °С, 3 ч. НВ 340—364 [179]					
20	1090	1270	11—13	33	24
300	930	1220	15	44	43
400	820	950	19	71	44
500	510	590	23	87	43

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Закалка 860 °С, масло. Отпуск 425 °С [126]

20	1570	1710	10	46	32
200	1370	1670	13	40	34
300	1270	1570	20	58	—
400	1080	1220	22	71	—

Предел выносливости [128]

σ_{-1} , МПа	n	Термообработка
686	10 ⁶	Изотермическая закалка, выдержка при 330 °С, 1 ч. Отпуск 300 °С, 1 ч. $\sigma_B = 1680$ МПа
637	10 ⁶	Закалка. Отпуск 420 °С. $\sigma_B = 1810$ МПа
500	—	Закалка, масло. Отпуск 400 °С. $\sigma_{0,2} = 1760$ МПа, $\sigma_B = 1900$ МПа
421	—	$\sigma_{0,2} = 1370$ МПа, $\sigma_B = 1570$ МПа [88]

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [144]

Температура, °С		Термообработка
+20	-70	
39	34	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 460 °С, 1 ч, воздух

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 250 мм охлаждаются на воздухе, 251—350 мм — в яме

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 270—320, $\sigma_B = 1080$ МПа, $K_{св}$ тв спл = 0,70, $K_{св}$ б. ст = 0,27.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость (ГОСТ 14959—79), [69]

(Закалка 850 °С. Твердость для полос прокаливаемости HRC₉)

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	27	39
60—67	59—67	57—66	54—65	44,5—63	38,5—60	35,5—56	34—52,5	30—43,5	27—39,5

Количество мартенсита, %	Критическая твердость HRC ₂	Критический диаметр, мм	
		в воде	в масле
50	51—53	47—82	24—53
90	58—60	60	36

Сталь 70С3А

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419 0—78—ГОСТ 7419 8—78, Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78 Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 7419 0—78—ГОСТ 7419 8—78, ГОСТ 14955—77 Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Проволока ГОСТ 14963—78 Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — тяжело нагруженные пружины ответственного назначения.

Температура критических точек, °C [105]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Mn
765	780	270

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	P	S
			не более				
0,66—0,74	0,60—0,90	2,4—2,8	0,30	0,20	0,25	0,025	0,025

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сече ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ (HRC ₂), не более
			МПа		%		
			не менее				
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б Закалка 850 °С, масло Отпуск 470 °С	Обра- цы	1470	1670	6	25	—

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ (HRC ₂), не более
			МПа		%		
			не менее				
[97]	Пруток кованный. От- жиг Изотермическая закалка 900 °С с вы- держкой при 320 °С при 340 °С	15—16	—	1060	2	13	(60)
[82]		15—16	—	1270	4	15	(49)
	Пружины Отжиг 840— 850 °С Навивка 850— 880 °С Закалка 850— 880 °С, масло Отпуск 460—470 °С	Не определяются					388—445

Механические свойства в зависимости от температуры испытаний [126]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Закалка 830 °С, масло. Отпуск 450 °С

20	1540	1780	10	—	24
200	1440	1710	12	32	29
300	1270	1620	16	32	—
400	1220	1400	20	65	—

Механические свойства поковок сечением 16—25 мм в зависимости от температуры отпуска [97]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₂
	МПа		%			

Отжиг. Закалка 900 °С

250	1520	1740	—	10	—	60
350	1520	1740	7	17	27	56
450	1220	1690	6	—	37	49

Технологические свойства [84]

Температураковки, °С начала 1100, конца 800,
Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Сталь 55ХГР

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный прутост ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — для изготовления рессорной полосовой стали толщиной 3—24 мм.

Температура критических точек, °C [128]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	M_n
750	790	260

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	B	P	S	Cu	Ni
					не более			
0,52—0,60	0,90—1,20	0,17—0,37	0,90—1,20	0,001—0,003	0,035	0,035	0,20	0,25

Механические свойства (ГОСТ 14959—79)

Состояние поставки, режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
	не менее			
Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 470 °С	1175	1270	7	35

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [128]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₃
	МПа		%			
Закалка 830 °C, масло						
350	1760	1910	7	38	51	51
400	1620	1810	7	40	54	49
450	1420	1570	9	41	59	45
500	1180	1370	11	47	71	41
550	1080	1180	12	51	85	37

Предел выносливости [128]

σ_{-1} , МПа	Термообработка
343—353 392	Закалка 870 °С. Отпуск 490—510 °С. HRC ₉ 42—44 Закалка 940 °С. Отпуск 490—510 °С

Прокаливаемость [129]

Расстояние от торца, мм							Примечание
3	9	15	21	27	33	39	
60	60	60	61	60,5	59,5	59	Закалка 850 °С Твердость HRC ₉

Сталь 50ХФА

Заменитель — стали: 60С2А, 50ХГФА, 9ХС.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Лента ГОСТ 2283—79. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 8479—70.

Назначение — тяжелонагруженные ответственные детали, к которым предъявляются требования высокой усталостной прочности, пружины, работающие при температуре до 300 °С и другие детали.

Температура критических точек, °С [138]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁	Мн [105]
752	788	746	688	300

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

С	Mn	Si	Cr	V	Сu	Ni	S	P
					не более			
0,46—0,54	0,50—0,80	0,17—0,37	0,80—1,10	0,10—0,20	0,20	0,25	0,025	0,025

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термо- обработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB (HRC ₀), не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 470 °С	Образцы	1080	1270	8	35	—	—
ГОСТ 8479—70	Поковки. Закалка. Отпуск	100—300	685	835	12	38	49	262—311
[136]	Изотермическая закалка 870 °С, расплавленная соль 320—330 °С. Отпуск 330 °С, воздух	20	1430	1570	6	45	60	(44—50)
[82]	Пружины. Закалка 840—860 °С. Отпуск 420—450 °С, воздух	15	1270	1470	12	40	—	(44—49)
[136]	Отжиг:	—	—	—	—	—	—	—
	полный	—	420	710	16	56	—	—
	изотермический	—	350	650	20	58	—	—
	сфероидизирующий	—	350	570	22	71	—	—

Ударная вязкость при —25 °С , [84]

KCU, Дж/см ²	Термообработка
31 37 67	Закалка 850 °С, масло. Отпуск: 450 °С 550 °С 600 °С

Механические свойства при температурах испытания

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
Закалка 850 °С, масло, Отпуск 640 °С [84]				
20	840	940	22	62
200	820	910	16	62
300	750	830	20	59
400	710	830	16	62
500	420	500	26	74
600	—	380	30	87

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
<i>Закалка 860 °С, масло. Отпуск 480 °С. При 20 °С HRC₉ 42—44 [138]</i>				
20	1370	1470	10	42
100	1250	1410	9	40
200	1200	1380	9	32
300	1180	1370	13	40
400	1060	1200	13	60

Механические свойства в зависимости от сечения [2]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа		%		
Закалка 880 °С, масло. Отпуск 500 °С					
20	1200	1320	12	42	385
40	1030	1180	15	47	350
60	860	1060	18	50	300

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [81]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	HRC ₉
	МПа		%		
Закалка 850 °С, масло					
—	1580	1940	1	—	52—54
200	1760	2010	2	—	50—51
300	1640	1690	2	—	48—49
450	—	1580	4	36	45—47
500	—	1370	8	54	43—44

Предел выносливости [84]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Термообработка
676	519	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 420 °С
666	—	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 475 °С. $\sigma_{0,2} =$ $= 1590$ МПа, $\sigma_B = 1630$ МПа, НВ 485
725	—	$\sigma_{0,2} = 1430$ МПа, $\sigma = 1570$ МПа [128]

Предел ползучести [84]

$\sigma_{1/10000}^{425} = 196$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{425} = 69$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{550} = 27 \div 32$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{550} = 10 \div 14$ МПа,

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 800. Охлаждение сечений до 50 мм производится на воздухе, сечения 51—180 мм — в колодцах.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обработываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 269 и $\sigma_B = 900$ МПа, $K_{\text{тв.спл}} = 0,70$, $K_{\text{г.ст}} = 0,35$.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Прокаливаемость [2, 50]

Расстояние от торца, мм									Примечание
1,5	3	6	9	12	18	24	30	36	
59	58	57,5	57,5	54,5	48	41,5	38	38	Твердость HRC _B
Термообработка					Критический диаметр в масле, мм				
Закалка					25—40				

Сталь 60С2Н2А

Заменитель — стали: 60С2А 60С2ХА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 4955—77, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — ответственные и тяжелонагруженные пружины и рессоры.

Температура критических точек, °С [84]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)
765	780

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Ni	Cr	Cu	S	P
				не более			
0,56—0,64	0,40—0,70	1,4—1,8	1,4—1,7	0,30	0,20	0,025	0,025

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ, не более
		МПа		%		
		не менее				
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 870 °С, масло. Отпуск 470 °С Отжиг 720 °С, печь Пружины. Отжиг или отпуск перед волочением 730 °С, горячая навивка 850—900 °С, закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 380—420 °С, воздух Закалка 850 °С, масло. Отпуск 420 °С, воздух	1325	1470	8	30	—
[82]		410	700	19	50	—
[84]		—	—	—	—	420—475
		1570	1710	5	20	—

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [82]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Закалка 870 °С

380	1780	1920	6	40
400	1690	1760	6	41
420	1530	1640	7	41
440	1390	1490	8	42
460	1360	1440	8	41
480	1230	1340	9	40
500	1210	1300	10	41
520	1100	1170	12	43

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1150, конца 850.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склоина.

Прокалываемость [82]

Термообработка	Критический диаметр в масле, мм
Закалка	50

Сталь 60С2ХА

Заменитель — стали: 60С2ХФА, 60С2Н2А.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419 0—78—ГОСТ 7419 8—78. Калиброванный прутост ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 14959—79, ГОСТ 14955—77, ГОСТ 7419 0—78—ГОСТ 7419 8—78. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки ГОСТ 14959—79, ГОСТ 1133—71.

Назначение — для изготовления крупных высоконагруженных пружин и рессор ответственного назначения.

Температура критических точек, °С [82]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₁
765	780	700

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	S	P
				не более			
0,56—0,64	1,4—1,8	0,40—0,70	0,70—1,00	0,20	0,25	0,025	0,025

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	KCU, Дж/см ²	HB, не более
		МПа		%			
		не менее					
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 870 °С, масло. Отпуск 470 °С	1325	1470	6	25	—	—
[84]	Закалка 870 °С, масло. Отпуск 420 °С, масло	1570	1760	5	20	29	—
[50]	Пружины. Отжиг 860 °С, горячая навивка 850—890 °С. Закалка 850—870 °С, масло. Отпуск 400—420 °С	—	—	—	—	—	420—475
[128]	Изотермическая закалка с выдержкой: при 290 °С при 290 °С. Отпуск 325 °С	1720	1950	10	46	73	—
		1760	1920	8	45	50	—

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [128]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 880—890 °С						
200	—	—	—	—	23	59
250	2270	2380	—	28	27	58
300	2210	2340	6	29	26	58
350	2020	2240	8	29	23	57
400	1830	1990	8	38	37	52
450	1600	1730	9	39	53	48
500	1400	1530	10	38	47	44
550	1240	1380	10	38	60	40

Предел выносливости [128]

σ_{-1} , МПа	Термообработка
540	Закалка в масле. Отпуск 400 °С, $\sigma_{0,2} = 1830$ МПа, $\sigma_B = 1980$ МПа, НВ 495
568	Изотермическая закалка с выдержкой при 290 °С, $\sigma_{0,2} = 1720$ МПа, $\sigma_B = 1950$ МПа
578	То же + отпуск 325 °С

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Прокаливаемость [128]

(Закалка 880 °С. Твердость HRC₉)

Расстояние от торца, мм							
3,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0
62,5	62,5	61,0	57,0	48,0	40,5	36,5	35,5

Сталь 60С2ХФА

Заменитель — стали: 60С2А, 60С2ХА, 9ХС, 60С2ВА.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Калиброванный прут ГОСТ 14959—79, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прут и серебрянка

ГОСТ 14955—77, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 14959—79, ГОСТ 1133—71.

Назначение — ответственные и высоконагруженные пружины и рессоры, изготавливаемые из круглой калиброванной стали.

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	Cr	V	Cu	Ni	S	P
					не более			
0,56—0,64	0,40—0,70	1,4—1,8	0,90—1,20	0,10—0,20	0,20	0,25	0,025	0,025

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/м ²	HRC ₃ , не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 14959—79	Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 870 °С, масло. Отпуск 470 °С	Образцы	1470	1670	6	25	—	—
[84]	Закалка 850 °С, масло. Отпуск 410 °С, масло		—	1670	1860	5	—	—
[128]	Изотермическая закалка с выдержкой: при 290 °С при 290 °С, 1 ч. Отпуск 325 °С	—	1780	1960	11	39	75	—
		60	1810	1960	8	38	67	Поверхности 45—51
[136]	Закалка 880 °С, масло. Отпуск 450—550 °С	80	1540	1640	10	35	44	Поверхности 45—49

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [128]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₃
	МПа		%			

Закалка 880—890 °С, масло

200	—	—	—	—	30	59
250	2190	2340	6	20	30	58
300	—	2340	6	22	32	58
350	2160	2240	—	—	—	57
400	1870	1930	7	29	37	53
450	1690	1810	8	35	39	49
500	1540	1640	10	35	44	46
550	1440	1530	10	37	47	43

Предел выносливости [128]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	Термообработка
549	294	Закалка в масло. Отпуск 415 °С. $\sigma_{0,2} = 1810$ МПа, $\sigma_H = 1900$ МПа
588	309	Изотермическая закалка с выдержкой при 290 °С $\sigma_{0,2} = 1780$ МПа, $\sigma_B = 1960$ МПа
613	328	То же + отпуск 325 °С

Технологические свойства [136]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Охлаждение замедленное, последующая термообработка — отжиг.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость [128]

Расстояние от торца, мм										Примечания
3	10	15	20	25	30	40	45	50	55	
63,5	63,5	63,5	63	56	54,5	44,5	40,5	37	36	Закалка 880 °С Твердость HRC ₉

Сталь 65C2BA

Заменитель — стали: 60C2A, 60C2XA.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 14959—79, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Калнброванный пруток ГОСТ 14959—79, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 7419.0—78—ГОСТ 7419.8—78. Лента ГОСТ 2283—79. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Проволока ГОСТ 14963—78. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 14959—79, ГОСТ 1133—71.

Назначение — ответственные и высоконагруженные пружины и рессоры.

Химический состав, % (ГОСТ 14959—79)

C	Mn	Si	W	Cr	Cu	Ni	S	P
				не более				
0,61—0,69	0,70—1,0	1,5—2,0	0,80—1,20	0,30	0,20	0,25	0,025	0,025

Механические свойства (ГОСТ 14959—79)

Состояние поставки, режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
	не менее			
Сталь категорий: 3, 3А, 3Б, 3В, 3Г, 4, 4А, 4Б. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 420 °С	1665	1860	5	20

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [128]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Изотермическая закалка с выдержкой при 270 °С

—	1750	2110	8	38	44
150	1810	2010	9	38	44
280	1830	1930	11	38	51
310	1830	1930	10	40	53
400	1790	1860	11	40	50

Механические свойства при температурах испытаний [126]

Температура испытаний, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Закалка 860 °С, масло, Отпуск 400 °С

20	1860	2060	8	30	28
200	1670	2060	10	33	24
300	1570	1810	11	29	—
400	1370	1620	15	60	—
—20	1960	2110	8	27	25
—50	2010	2160	8	26	22

Закалка 860 °С, масло, Отпуск 450 °С

20	1670	1760	10	35	26
200	1370	1710	10	30	26
300	1270	1570	11	21	—
400	1180	1370	15	50	—
—20	1710	1810	10	33	24
—50	1760	1860	10	32	24

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1100, конца 900 [138].

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

РАЗДЕЛ 2

СТАЛЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ

СТАЛЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ УГЛЕРОДИСТАЯ

Сталь У7А, У7

Заменитель — сталь У8.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1435—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 1435—74, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 1435—74, ГОСТ 14955—77. Лента ГОСТ 2283—79, ГОСТ 10234—77, ГОСТ 21997—76. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1435—74, ГОСТ 4405—75, ГОСТ 1133—71.

Назначение — инструмент, который работает в условиях, не вызывающих разогрева рабочей кромки: зубила, долота, бородки, молотки, лезвия ножиц для резки металла, топоры, колуны, стамески, плоскогубцы комбинированные, кувалды.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₁	Mn
730	770	700	280

Химический состав, % (ГОСТ 1435—74)

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Марка стали
			не более					
0,66—0,73	0,17—0,28	0,17—0,33	0,018	0,025	0,20	0,20	0,20	У7А У7
0,66—0,73	0,17—0,33	0,17—0,33	0,028	0,030	0,20	0,25	0,25	

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 1435—74)

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₂ (HB)
Сталь термообработанная Закалка 800—820 °С, вода	До (187) Св. 63

Механические свойства (ГОСТ 2283—79)

Состояние поставки	Сечение, мм	σ_B , МПа	δ_5 (δ_4), %
		не более	не менее
Лента холоднокатаная отожженная	0,1—1,5 1,5—4,0	650 750	(15) (10)
Лента холоднокатаная нагартованная, класс прочности: Н1	0,1—4,0	750—900	—
Н2	0,1—4,0	900—1050	—
Н3	0,1—4,0	1050—1200	—
Лента холоднокатаная отожженная выс- шей категории качества	0,1—4,0	650	(18)

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [23]

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_5	ψ	НВ
		%		

Отжиг или нормализация

100	690	16	30	200
200	660	13	22	200
300	—	18	20	200
400	620	22	26	180
500	460	27	34	155
600	330	33	45	135
700	205	38	60	110

*Образец диаметром 5 мм и длиной 25 мм деформированный и отожженный.
Скорость деформирования 10 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с*

700	105	64	90	—
800	94	65	100	—
900	63	60	100	—
1000	36	62	100	—
1100	22	65	100	—
1200	17	92	100	—

Температура испытания, °С	$\sigma_{изг.}$ МПа	δ_5	ψ
		%	

Отжиг

600	195	26	71
700	85	45	88
800	52	38	71
900	27	59	92
1000	25	58	98
1100	20	65	99

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [27]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	ψ , %	КСУ, Дж/см²
	МПа			
Закалка на мелкозернистую структуру с охлаждением в воде				
300	1370	1590	8	31
400	1180	1270	11	44
500	970	1090	13	73
600	830	980	17	93

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [88]

Температура отпуска, °C	HRC ₃
<i>Закалка 820 °C, вода</i>	
160—200	60—63
200—300	54—60
300—400	43—54
400—500	35—43

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °C: начала 1180, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—300 мм — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обработываемость резанием — в отожженном состоянии при HB 187 и $\sigma_B = 620$ МПа, K_{σ} тв. спл = 1,2, K_{σ} б. ст = 1,1.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Теплостойкость

Температура, °C	Время, ч	Твердость, HRC ₃
150—160	1	63
200—220	1	59

Прокаливаемость [81, 82]

(Закалка 800 °C. Твердость, HRC₃)

Расстояние от торца, мм							
2,5	5	7,5	10	15	20	25	30
43,5	37	35	34	32	28,5	22	20

Критический диаметр, мм: в воде 15—20, в масле 4—6.

Шлкфуемость — хорошая.

Сталь У8, У8А

Заменитель — стали: У7А, У7, У10А, У10.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1435—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 1435—74, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруткок и серебрянка ГОСТ 1435—74, ГОСТ 14955—77. Лента ГОСТ 2283—79, ГОСТ 10234—77. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1435—74, ГОСТ 4405—75, ГОСТ 1133—71.

Назначение — для инструмента, работающего в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: фрез, зенковок, топоров, стамесок, долот, пил продольных и дисковых, накатных роликов, кернеров, отверток, комбинированных плоскогубцев, боковых кусачек.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₁	Mn
730	765 (112)	700	245

Химический состав, % (ГОСТ 1435—74)

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Марка стали
			не более					
0,76—0,83	0,17—0,33	0,17—0,33	0,028	0,030	0,20	0,25	0,25	У8
0,76—0,83	0,17—0,28	0,17—0,33	0,018	0,025	0,20	0,20	0,20	У8А

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 1435—74)

Состояние поставки	Твердость
Сталь термообработанная Закалка 780—800 °С, вода	До НВ 187 Св. HRC ₃ 63

Механические свойства ленты (ГОСТ 2283—79)

Состояние поставки	Сечение, мм	σ _B , МПа, не более	δ ₅ , %, не менее
Лента отожженная холоднокатаная	0,1—1,5 1,5—4,0	650 750	15 10
Лента нагартованная холоднокатаная, класс прочности: Н1 Н2 Н3	0,1—4,0	750—900 900—1050 1050—1200	— — —
Лента отожженная высшей категории качества	0,1—4,0	650	15

Предел выносливости [81] $\sigma_{-1} = 490$ МПа, $\sigma_B = 1860$ МПа, НВ 611

**Твердость стали в зависимости
от температуры отпуска**

Температура отпуска, °С	Твердость HRC ₉
<i>Закалка 780—800 °С, вода</i>	
160—200	61—65
200—300	56—61
300—400	47—56
400—500	37—47
500—600	29—37

Механические свойства в зависимости от температуры испытания

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа		%		
Отжиг или нормализация [169]					
100	—	710	17	24	195
200	—	640	15	15	205
300	—	—	17	16	205
400	—	—	19	23	190
500	—	500	23	29	170
600	—	370	28	39	150
700	—	255	33	50	120

*Закалка 780 °С, масло. Отпуск 400 °С
(образцы гладкие диаметром 6,3 мм) [138]*

20	1230	1420	10	37	—
—40	1270	1450	11	36	—
—70	1300	1470	12	35	—

*Образец диаметром 5 мм и длиной 25 мм, деформированный и отожженный.
Скорость деформирования 10 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с [81]*

700	—	105	58	91	—
800	—	91	58	100	—
900	—	55	62	100	—
1000	—	33	62	100	—
1100	—	21	80	100	—
1200	—	15	69	100	—

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—300 мм — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций. Способ сварки — КТС [138].

Обрабатываемость резанием — при НВ 187—227, $K_{об.ст} = 1,1$, $K_{об.ст.пл} = 1,2$.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Теплостойкость [81]

Температура, °С	Время, ч	Твердость, HRC ₂
150—160	1	63
200—220	1	59

Прокаливаемость [51, 81] (Закалка 790 °С. Твердость HRC₂)

Расстояние от торца, мм								
2	4	6	8	10	12	14	16	18
65,5—67	63—65	45,5—55	42—43,5	40,5—42,5	39,5—41,5	37—40,5	39—40	36—39,5

Критический диаметр, мм. в воде — 15—20, в масле 4—6.

Шлифуемость — хорошая.

Сталь У9, У9А

Заменитель — стали: У7А, У7, У8А, У8.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1435—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 1435—74, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 1435—74, ГОСТ 14955—77. Лента ГОСТ 10234—77, ГОСТ 2283—79. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1435—74, ГОСТ 4405—75, ГОСТ 1133—71.

Назначение — инструмент, работающий в условиях, не вызывающих разогрева кромок: инструмент для обработки дерева, слесарно-монтажный инструмент, калибры простой формы и пониженных классов точности.

Температура критических точек, °С [112]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₁	Mn
740	760	700	190

Химический состав, % (ГОСТ 1435—74)

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Марка стали
			не более					
0,86—0,93	0,17—0,33	0,17—0,33	0,028	0,030	0,20	0,25	0,25	У9
0,86—0,93	0,17—0,28	0,17—0,33	0,018	0,025	0,20	0,20	0,20	У9А

Механические свойства проката сечением 0,1—4,0 мм (ГОСТ 2283—79)

Состояние поставки	σ_B , МПа, не более	δ_5 , %, не менее
Лента холоднокатаная:		
отожженная	750	10
нагартованная	750—1200	—
нагартованная, класс прочности Н1	750—900	—
нагартованная, класс прочности Н2	900—1050	—
нагартованная, класс прочности Н3	1050—1200	—
Лента отожженная высшей категории качества	700	15

Твердость стали после термообработки

Режимы термообработки	Твердость
Отжиг 750—770 °С	НВ 192
Закалка 760—780 °С, вода	HRC ₉ 63
Пружины. Изотермическая закалка 770 °С, охлаждение в щелочной ванне с температурой 340—360 °С. Выдержка 10—15 мин.	HRC ₉ 46—50
Отпуск 170 °С	

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °С	Твердость HRC ₉
<i>Закалка 800 °С, вода</i>	
200	61
300	52

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1125, конца 750.
 Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.
 Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.
 Флокеочувствительность — не чувствительна.

Прокаливаемость [51, 112] (Закалка 760 °С. Твердость HRC₉)

Расстояние от торца, мм									
1,5	3	4,5	6	9	12	15	18	30	42
63	61	58	53,5	48	46	45,5	45,5	44,5	42,5

Критический диаметр, мм: в воде 15—20, в масле 4—6.

Сталь У10, У10А

Заменитель — стали: У11, У12, У12А.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1435—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 1435—74, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 1435—74, ГОСТ 14955—77. Лента ГОСТ 2283—79, ГОСТ 21997—76. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1435—74, ГОСТ 4405—75, ГОСТ 1133—71.

Назначение — инструмент, работающий в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: метчики ручные, рапили, надфили, пилы для обработки древесины, матрицы для холодной штамповки, гладкие калибры, топоры.

Температура критических точек, °C [112]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r1}	Mn
730	800	700	210

Химический состав, % (ГОСТ 1435—74)

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Марка стали
			не более					
0,96—1,03 0,96—1,03	0,17—0,33 0,17—0,28	0,17—0,33 0,17—0,33	0,028 0,018	0,030 0,025	0,20 0,20	0,25 0,20	0,25 0,20	У10 У10А

Механические свойства проката сечением 0,1—4,0 мм (ГОСТ 2283—79)

Состояние поставки	σ_B , МПа, не более	δ_5 , %, не менее
Лента холоднокатаная:		
отожженная	750	10
нагартованная	750—1200	—
нагартованная, класс прочности Н1	750—900	—
нагартованная, класс прочности Н3	1050—1200	—
Лента отожженная высшей категории качества	700	13

Твердость стали после термообработки ГОСТ 1435—74 [136]

Режимы термообработки	HRC ₂ (HB)
Отжиг	До (207)
Закалка 770—800 °C, вода	Св. 68
Сечение до 10—12 мм. Закалка 800 °C, масло или расплав солей при 190 °C. Отпуск 160—200 °C	57—61

Режимы термообработки	HRC ₉ (HB)
Сечение до 8 мм. Закалка 800 °С, масло или расплав солей при 190 °С. Отпуск 380—480 °С *	44—50
Сечение до 60 мм. Закалка 770 °С, вода или 5—10 %-ный раствор NaCl. Отпуск 170 °С	59—63
Пружины. Изотермическая закалка 800 °С в расплаве солей с водой. Температура изотермы 280—360 °С. Отпуск 280—360 °С	44—52
Поверхностная закалка с индукционным нагревом. Отпуск 160—200 °С	59—63

* Рекомендуется для пружин и деталей пружинного типа.

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [81]

Температура отпуска, °С	HRC ₉
<i>Закалка 760—780 °С, вода</i>	
160—200	63—65
200—300	57—63
300—400	49—57
400—500	40—49

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [81]

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_5	ψ
		%	

Образец диаметром 5 мм и длиной 25 мм деформированный и отожженный.
Скорость деформирования 10 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с

700	105	50	87
800	90	52	100
900	55	59	100
1000	29	70	100
1100	18	78	100
1200	16	86	100

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—300 — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций. Способ сварки — КТС.

Обрабатываемость резанием — при HB 197 $K_{об.ст} = 1,0$, $K_{об.спл} = 1,1$ [82].

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Теплостойкость [81]

Температура, °C	Время, ч	HRC ₉
150—160	1	63
200—250	1	59

Прокаливаемость [27, 82, 88]

(Твердость HRC₉)

Расстояние от торца, мм						
1,5	3	6	9	15	35	48
62—67	46,5—54	38—42,5	35—40	31—35,5	22—27,5	22

Термообработка	Критическая твердость HRC ₉	Критический диаметр, мм	
		в воде	в масле
Закалка Закалка 800 °C	61 43—66	15—20 20	4—6 —

Шлифуемость — хорошая.

Сталь У12, У12А

Заменитель — стали: У10А, У11А, У10, У11.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 1435—74, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 1435—74, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 1435—74, ГОСТ 14955—77. Лента ГОСТ 2283—79, ГОСТ 21997—76. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1435—74, ГОСТ 4405—75, ГОСТ 1133—71.

Назначение — режущие инструменты, работающие в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: метчики ручные, метчики машинные мелко-размерные, плашки для крупнов, развертки мелко-размерные, надфили, измерительный инструмент простой формы: гладкие калибры, скобы.

Температура критических точек, °C [112]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₁	Mn
730	820	700	200

Химический состав, % (ГОСТ 1435—74)

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Марка стали
			не более					
1,16—1,23	0,17—0,33	0,17—0,33	0,028	0,030	0,20	0,25	0,25	У12
1,16—1,23	0,17—0,28	0,17—0,33	0,018	0,025	0,20	0,20	0,20	У12А

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [169]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₃
	МПа		%			

Образцы размером 32×32×42 мм. Закалка 760—790 °C

400	1370	1570	9	24	20	52
500	880	1040	11	30	29	40
600	650	760	18	52	44	26

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [88]

Температура отпуска, °C	HRC ₃

Образцы сечением 21—30 мм. Закалка 810—830 °C, вода

160—180	62—64
180—220	59—63
200—270	55—61
450—500	37—47

Механические свойства в зависимости от температуры испытания

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см
	МПа		%		

Отжиг. При 20 °C HB 207 [27, 82]

20	325	590—690	28	45—55	27
200	—	570	23	47	73
400	310	450	41	60	69

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
600	110	140	56	74	62
700	59	76	56	82	356
800	53	72	59	85	323
900	34	40	52	91	225
1000	20	28	55	98	157

Образец диаметром 5 мм и длиной 25 мм, деформированный и отожженный.
Скорость деформирования 10 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с [81]

700	—	105	60	68	—
800	—	100	52	96	—
900	—	60	40	100	—
1000	—	34	65	100	—
1100	—	18	74	100	—
1200	—	15	92	100	—

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1100, конца 750. Охлаждение замедленное в воздухе.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций. Способ сварки — КТС.

Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии при HB 207

$K_{в\text{ тв, спл}} = 1,0$, $K_{з\text{ б, ст}} = 0,9$.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Теплостойкость [81]

Температура, °C	Время, ч	HRC ₉
150—160	1	63
200—250	1	59

Прокаливаемость [82, 88]

Термообработка	Критическая твёрдость HRC ₉	Критический диаметр, мм	
		в воде	в масле
Закалка	61	10—20	4—6
Закалка 760 °C	42—66	20	—

Шлифуемость — хорошая.

СТАЛЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ЛЕГИРОВАННАЯ

Сталь 9Х1

Заменитель — сталь 9Х2.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Валки ОСТ 24.013.04—83, ОСТ 24.013.20—85, ОСТ 24.013.21—85.

Назначение — рабочие и опорные валки для холодной прокатки металлов, Рабочие валки рельсобалочных, крупносортовых и проволочных обжимных и сортовых станов для горячей прокатки металлов, подвергающиеся интенсивному износу и работающие в условиях минимальных или умеренных ударных нагрузок. Опорные составные валки листовых станов для горячей прокатки металла. Клейма, пробойники, холодновысадочные штампы, деревообрабатывающий инструмент и другие детали.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₁	Mn [112]
745	860	700	270

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu	W	Mo	Ti	V
				не более							
0,80— 0,95	0,25— 0,45	0,15— 0,40	1,40— 1,70	0,030	0,030	0,35	0,30	0,20	0,20	0,03	0,15

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	Твердость
ГОСТ 5950—73	Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные. Закалка 820—850 °С, масло	Образцы	HB 229 HRC _c 63
ОСТ 24.013.20—85	Бочки рабочих валков клетей станов холодной прокатки после индукционной термообработки: тип 1 тип 2 Бочки рабочих валков станов теплой прокатки после индукционной термообработки, тип 3	До 400 До 400	HSD 95—105 HSD 90—96 HSD 75—90

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	Твердость
ОСТ 24.013.20—85	Бочки или бандажные опорных валков после термообработки с повышенными требованиями по твердости, тип 4 тип 5 Шейки рабочих и опорных валков	До 1600 —	HSD 70—85 HSD 45—69 HSD 30—55
ОСТ 24.013 21—85	Бочки валков рельсобалочного и сортового станков: Нормализация Отпуск Закалка. Отпуск	До 950 До 500	HB 241—285 HB 352—429
ОСТ 24.013 04—83	Бочки валков листовых станков для горячей прокатки рабочих Нормализация. Отпуск Закалка. Отпуск опорных Нормализация. Отпуск Закалка. Отпуск Шейки рабочих и опорных валков. Нормализация. Отпуск Бочки опорных составных валков. Нормализация. Отпуск	До 1000 До 1600 — До 1600	HSD 35—55 HSD 45—60 HSD 35—60 HSD 45—75 HSD 30—60 HSD 60—85

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [107]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_s	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см
	МПа		%		

Закалка

	1670—1760	1960—2160	2—3	6—7	78—12
180					
300	1220	1570	3	15	13
400	1270	1710	6	13	25
500	830	880	12	37	70
600	—	780	14	45	59

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, прокатанный и термообработанный.
Скорость деформирования 16 мм/мин.
Скорость деформации 0,009 1/с

700	105	130	59	95
800	87	120	—	95
900	44	75	—	—
1000	33	51	67	98
1100	17	28	80	100
1200	11	19	73	100

Предел выносливости [107]

σ_{-1} , МПа	n	Состояние стали
426	10 ⁷	HRC ₉ 65

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 800. Сечения до 300 мм охлаждаются в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии HB 187—196 и $\sigma_B = 680$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,95$, $K_{\text{л б. ст}} = 0,60$.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [112]

Термообработка	Критический диаметр, мм	
	в воде	в масле
Закалка	20—40	6—30

Сталь ХВ4Ф

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 8950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Покровки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — резцы и фрезы при обработке с небольшой скоростью резания твердых металлов (валки с закаленной поверхностью), гравировальные резцы при очень напряженной работе, прошивные пуансоны и т. д.

Температура критических точек, °С: A_{c1} — 750—760.

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	W	V	S	P	Ni	Cu	Mo
						не более				
1,25— 1,45	0,15— 0,35	0,15— 0,40	0,40— 0,70	3,50— 4,30	0,15— 0,30	0,030	0,030	0,35	0,30	0,50

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₉ (HВ)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные Образцы. Закалка 800—820 °С, вода Изотермической отжиг 800—820 °С, охлаждение со скоростью 50 град/ч до 600 °С, выдержка 2—3 ч, охлаждение со скоростью 50 град/ч до 550 °С, воздух Подогрев 600—650 °С. Закалка 830—850 °С, масло. Отпуск 140—170 °С, воздух (режим окончательной термообработки)	(До 255) Св. 66 (285) 63—68

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °С	HRC ₉
<i>Закалка 800 °С, вода</i>	
100	67
200	65
300	64

Технологические свойства (ОСТ 23.4.127—77)

Температураковки, °С: начала 1100, конца 870. Охлаждение в штабелях.
Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.
Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.
Шлифуемость — хорошая [140].

Сталь 9ХС

Заменитель — стали: ХВГ, ХВСГ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 5950—73, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71.

Назначение — сверла, развертки, метчики, плашки, гребенки, фрезы, машинные штампы, клейма для холодных работ. Ответственные детали, материал которых должен обладать повышенной износостойкостью, усталостной прочностью при изгибе, кручении, контактном нагружении, а также упругими свойствами.

Температура критических точек, °C [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r1}	M_n
770	870	730	160

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu	/	Mo	Ti	V
не более											
0,85— 0,95	1,20— 1,60	0,30— 0,60	0,95— 1,25	0,030	0,030	0,35	0,30	0,20	0,20	0,03	0,15

Механические свойства [104, 81]

Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉ (HB)
		МПа				
Изотермический отжиг 790—810 °С. Температура изотермической выдержки 710 °С Закалка 870 °С, масло. От- пуск: 180—240 °С 450—500 °С *	— До 40 До 30	295— 390 — —	590— 690 — —	50—60 — —	— 78 —	(197—241) 59—63 46—50

* Температура отпуска рекомендуется для цапг и других деталей пружинного типа, а также для нагруженных валов.

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [81]

Температура отпуска, °C	HRC ₉

Закалка 840—860 °C, масло

170—200	63—64
200—300	59—63
300—400	53—59
400—500	48—53
500—600	39—48

Теплостойкость [81]

Температура, °C	Время, ч	HRC ₉
150—160	1	63
240—250	1	59

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Состояние поставки [27]

20	445	790	26	54	39	243
200	320	710	22	48	88	218
400	330	620	32	63	98	213
600	170	200	52	77	—	172
700	83	98	58	77	147	—

Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, прокатанный.

Скорость деформирования 20 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с [81]

800	110	130	26	68	—	—
900	65	74	41	95	—	—
1000	42	46	52	—	—	—
1100	20	31	54	—	—	—
1200	15	20	83	100	—	—

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1180, конца 800. Сечения до 200 мм охлаждаются в колюде.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций. Допустима КТС.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 221 K_v тв. спл = 0,9, K_p б. ст = 0,5.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна [88].

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Прокаливаемость [104, 81]

(Твердость, HRC₉)

Расстояние от торца, мм								
5	10	15	20	25	30	40	50	60
63	56	36,5	32	30	28	26	25	24
Термообработка				Критический диаметр в масле, мм				
Закалка				15—50				

Сталь ХВГ

Заменитель — стали: 9ХС, ХГ, 9ХВГ, ХВСГ, ШХ15СГ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прут — ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—75. Шлифованный прут — с ребрышка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — измерительный и режущий инструмент, для которого повышенное коробление при закалке недопустимо, резьбовые калибры, протяжки, длинные метчики, длинные развертки и другой вид специального инструмента, холодновысадочные матрицы и пуансоны, технологическая оснастка.

Температура критических точек, °С [82]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r1}	M_n
750	940	710	210

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	/	S	P	Ni	Cu	Mo
					не более				
0,90— 1,05	0,10— 0,40	0,80— 1,10	0,90— 1,20	1,20— 1,60	0,030	0,030	0,35	0,30	0,30

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₉ (HВ)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные	До (255)
Образцы. Закалка 830 °С, масло. Отпуск 180 °С	Св. 61
Изотермический отжиг 780—800 °С, охлаждение со скоростью 50 град/ч до 670—720 °С, выдержка 2—3 ч, охлаждение со скоростью 50 град/ч до 550 °С, воздух	(255)
Подогрев 650—700 °С. Закалка 830—850 °С, масло. Отпуск 150—200 °С, воздух (режим окончательной термообработки)	63—64
Подогрев 650—700 °С. Закалка 830—850 °С. Отпуск 200—300 °С, воздух (режим окончательной термообработки)	59—63

Твердость и ударная вязкость в зависимости от сечения образца [29]

Сечение, мм	Место вырезки образца	KCU, Дж/см ²	HRC ₉
Закалка на мелкое зерно. Отпуск 150—160 °С			
15	1/2R	40	64
25	1/2R	30	64
50	1/2R	20	63
100	1/2R	15	61

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [136]

Температура отпуска, °C	HRC ₉
<i>Заготовки сечением до 50—60 мм *. Закалка 840 °C, масло или расплав солей с водой при 200 °C</i>	
180—220	59—63
230—280	57—61
280—340	55—57
<i>Закалка 820 °C, масло</i>	
100	66
200	64
300	61
400	57
<i>Закалка 830—850 °C, масло [81]</i>	
170—200	63—64
200—300	59—63
300—400	53—59
400—500	48—53
500—600	39—48

* Заготовки сечением до 50 мм закаляются с охлаждением в масле, св. 50 мм — в расплаве солей с водой.

Технологические свойства (ОСТ 23.4.127—77)

Температураковки, °C: начала 1070, конца 860. Охлаждение замедленное, Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обработываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 235 и $\sigma_B = 760$ МПа, $K_{\text{в.ст}} = 0,35$, $K_{\text{в.тв.спл}} = 0,75$.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Флокеночувствительность — чувствительна [83].

Прокаливаемость (ОСТ 23.4.127—77) [98]

(Твердость, HRC₉)

Расстояние от торца, мм									
2,5	5	7,5	10	15	20	25	30	35	45
65—67	62,5— 66,5	57—66	49,5— 65,5	41,5— 63	38,5— 60	37,5— 55,5	38— 51,5	36— 47,5	35— 43,5
Термообработка			Критическая твердость HRC ₉			Критический диаметр в масле, мм			
Закалка			61			15—70			

Шлифуемость — при твердости HRC₉ 59—61 пониженная; при HRC₉ 55—57 — удовлетворительная [81].

Теплостойкость [81]

Температура, °С	Время, ч	HRC ₉
150—170	1	63
200—220	1	59

Сталь 9ХВГ

Заменитель — сталь ХВГ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутост 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и се-ребрянкост 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полосост 4405—75. Поковкост и ковност 5950—73, ГОСТ 1133—61, ГОСТ 7831—78.

Назначение — резбостовые калибры, лекалост сложност формы, сложност весмост точност штампы для холодност работ, которост при закалост не должност подвергаться значителност обемност измененност и коробленност

Температура критическост точек, °С [112]

A _{с1}	A _{с3} (A _{сm})	M _n
750	900	205

Химическост состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	W	S	P	Ni	Cu	Mo
					не более				
0,85— 0,95	0,15— 0,35	0,90— 1,20	0,50— 0,80	0,50— 0,80	0,030	0,030	0,35	0,30	0,30

Твердост стали после термообработкост (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояност поставкост, режимост термообработкост	HRC ₉ (HВ)
Прутокост и полосты отожженност или высокоотпущенност Образцост. Закалост 820—840 °С, маслост Изотермическост отжиг 780—800 °С, охлажденност 50 град/ч до 670—720 °С, выдержкост 2—3 ч, охлажденност 50 град/ч до 550 °С, воздух Подогрев 650 °С. Закалост 820—840 °С, маслост. Отпускост: 160—180 °С, воздух 170—230 °С, воздух 230—275 °С, воздух	(До 241) Св. 63 (241) Св. 62 61—63 57—61

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °С	HRC ₉
<i>Закалка 840 °С, масло. Выдержка при отпуске 1,5 ч</i>	
100	66
150	66
200	61
250	58
300	56
350	52

Технологические свойства [112]

Температура ковки, °С: начала 1120, конца 850. Охлаждение на воздухе.

СТАЛЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ШТАМПОВАЯ

Сталь Х6ВФ

Заменитель — стали: Х12Ф1, Х12М, 9Х5Ф.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Лента ГОСТ 2283—79, ГОСТ 23522—79. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — резьбокатанный инструмент (ролики и плашки), ручные ножовочные полотна, бритвы, матрицы, пуансоны, зубонакатники и другие инструменты, предназначенные для холодной деформации, для дереворежущего фрезерного инструмента.

Температура критических точек, °С [112]

Ac	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _m)	Ag ₁	Mn
815	845	775	625	150

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	I	V	Ni	Cu	Mg	S	P
						не более				
1,05— 1,15	0,15— 0,35	0,15— 0,40	5,50— 6,50	1,10— 1,50	0,50— 0,80	0,35	0,30	0,30	0,030	0,030

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [12, 112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₉ (HB)
Прутки и полосы, отожженные или высокоотпущенные Образцы. Закалка 980—1000 °С, масло Отжиг — нагрев 30 град/ч до 840 °С, выдержка 3 ч, охлаждение 30 град/ч до 550 °С, далее охлаждение с любой скоростью Изотермический отжиг 830—850 °С, охлаждение 40 град/ч до 700—720 °С, выдержка 2—3 ч, охлаждение 50 град/ч до 550 °С, воздух Подогрев 650—700 °С. Закалка 980—1000 °С, масло, щелочь, селитра. Отпуск: 150—170 °С, 1,5 ч, воздух (режим окончательной термообработки) 280—300 °С, 1,5 ч, воздух (режим окончательной термообработки)	(До 241) Св. 62 (187—228) (241) 63—64 57—59

Ударная вязкость и твердость в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	KCU, Дж/см ²	HRC ₉

Закалка 1000 °С масло. Выдержка при отпуске 1,5 ч [112]

200	83	59
300	92	57
400	83	56
500	74	55
550	83	54

*Заготовка толщиной или диаметром до 120 мм.
Закалка 990 °С, масло или расплав солей при 160 °С [136]*

160	69—98	63—65
200	—	59—61
290	88—98	57—59

Твердость стали в зависимости от температуры испытания [187]

Температура испытания, °С	HRC ₉

Закалка 1000 °С, отпуск 180 °С

100	64
200	64
300	61
400	59
500	56

Теплостойкость [12]

Режим тепловой выдержки		HRC ₉
Температура, °C	Время, ч	
150—170	1	63
480—500	1	59

Шлифуемость — при HRC₉ 57—59 — удовлетворительная; HRC₉ 59—61 — пониженная; HRC 63—65 — низкая [82].

Технологические свойства [2]

Температураковки, °C: начала 1100, конца 850. Охлаждение замедленное в колодцах или термостатах.

Обрабатываемость резанием — при HB 229, $K_v \text{ б. ст} = 0,5$, $K_v \text{ тв. спл} = 0,9$.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [85].

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Прокаливаемость [12]

Термообработка	Критическая твердость HRC ₉	Критический диаметр в масле, мм
Закалка 1000—1050 °C	63—64	80
Закалка 950 °C	59—61	

Сталь X12

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — холодные штампы высокой устойчивости против истирания, не подвергающиеся сильным ударам и толчкам; волочильные доски, глазки для калибрования пруткового металла под накатку резьбы, гибочные и формовочные штампы, сложные секции кузовных штампов, матриц и пуансонов вырубных и просечных штампов, штамповки активной части электрических машин и т. д.

Температура критических точек, °C [112]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _m)	Ar ₁	Mn
810	835	770	755	180

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu	W	Mo	Ti	V
				не более							
2,00— 2,20	0,10— 0,40	0,15— 0,45	11,50— 13,00	0,030	0,03	0,35	0,30	0,20	0,20	0,03	0,15

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки режимы термообработки	HRC _c (HВ)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные Образцы. Закалка 970 °С, масло. Отпуск 180 °С Изотермический отжиг 830—850 °С, охлаждение со скоростью 40 град/ч до 720—740 °С, выдержка 3—4 ч, охлаждение со скоростью 50 град/ч до 550 °С, воздух Подогрев 650—700 °С. Закалка 950—980 °С, масло Отпуск: 180—200 °С, 1,5 ч воздух (режим окончательной термообработки) 320—350 °С, 1,5 ч, воздух (режим окончательной термообработки)	До (255) Св. 62 (255) 61—63 58—59

Ударная вязкость и твердость стали в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	KCU, Дж/см	HRC _c
<i>Изотермическая закалка с 1000 °С с выдержкой 40 мин при 250—350 °С. Отпуск с выдержкой 1 ч [120]</i>		
150	22	64
200	22	63
250	23	61
<i>Изотермическая закалка с 1050 °С с выдержкой 40 мин при 250—350 °С. Отпуск с выдержкой 1 ч [120]</i>		
150	32	62
200	33	60
250	34	58
<i>Закалка 960—980 °С, масло. Выдержка при отпуске 1,5 ч [112]</i>		
200	10	64
300	15	62
400	34	59
500	—	56

Технологические свойства [112]

Температураковки, °С: начала 1100, конца 850. Охлаждение замедленное в колодцах,

Сталь Х12Ф1

Заменитель — стали: Х6ВФ, Х6ВЗФМ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — профилировочные ролики сложной формы, эталонные шестерни, накатные плашки, волокна, секции кузовных штампов сложной формы, сложные дыропрошивные матрицы при формовке листового металла, матрицы и пуансоны вырубных и пресечных штампов со сложной конфигурацией рабочих частей, пуансоны и матрицы холодного выдавливания, работающие при давлении до 1400—1600 МПа.

Температура критических точек, °С [112]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_r	M_s
810	860	780	760	225

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	V	S	P	Ni	Cu
					не более			
1,25— 1,45	0,15— 0,35	0,15— 0,40	11,0— 12,50	0,70— 0,90	0,030	0,030	0,35	0,30

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [27, 112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₂ (HВ)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные	До (255)
Образцы. Закалка 1050—1100 °С, масло	Св. 61
Высокий отпуск: нагрев с $v \leq 100$ град/ч до 760—790 °С, охлаждение с печью или на воздухе	(207—255)
Отжиг: нагрев с $v \leq 100$ град/ч до 850—870 °С, охлаждение с печью с $v \leq 50$ град/ч до 500—600 °С, воздух	(207—255)
Изотермический отжиг 850—870 °С, охлаждение с $v = 40$ град/ч до 700—720 °С, выдержка 3—4 ч, охлаждение с $v = 50$ град/ч до 550 °С, воздух	(255)
Подогрев 650—670 °С. Закалка 1030—1050 °С, масло. Отпуск 180—200 °С, 1,5 ч, воздух (режим окончательной термообработки)	61—63
Подогрев 650—670 °С. Закалка 1030—1050 °С, селитра. Отпуск 400—420 °С, 1,5 ч, воздух (режим окончательной термообработки)	58—59

**Твердость стали в зависимости
от температуры испытания [187]**

Температура испытания, °С	HRC ₉
<i>Закалка 1050 °С. Отпуск 180 °С</i>	
100	64
200	64
300	61
400	59
500	56

**Ударная вязкость стали
в зависимости от сечения [188]**

Сечение, мм	Место вырезки образцов	KCU, Дж/см ²
<i>Прутки. Закалка 1040 °С. Отпуск 400 °С</i>		
35	Ц	47
50	Ц К	38 45
60	—	60
90	Ц К	22 36
130	Ц 1/2R К	17 24 34

Ударная вязкость и твердость в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °С	KCU, Дж/см ²	HRC ₉
<i>Закалка 1030—1050 °С, масло. Выдержка при отпуске 1,5 ч</i>		
200	24	63
300	29	60
400	65	59
450	73	59
500	35	59

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1160, конца 850. Сечения до 200 мм подвергаются низкотемпературному отжигу с одним переохлаждением.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 217—228, $K_{\text{в тв, спл}} = 0,8$, $K_{\text{в б, ст}} = 0,3$.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Теплостойкость

Температура, °С	Время, ч	HRC ₉
150—170	1	63
490—510		59

Критический диаметр, мм, при закалке: в масле — 80—100, в селитре — 80—100, на воздухе — 50—60.

Шлифуемость — удовлетворительная.

Сталь X12МФ

Заменитель — стали: X6ВФ, X12Ф1, X12ВМ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — профилировочные ролики сложных форм, секции кузовных штампов сложных форм, сложные дыропрошивные матрицы при формовке листового металла, эталонные шестерни, накатные плашки, волокни, матрицы и пуансоны вырубных просечных штампов со сложной конфигурацией рабочих частей, штамповки активной части электрических машин.

Температура критических точек, °C [112]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	Mn
810	860	780	760	225

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	V	Mo	S	P	Ni	Cu
						не более			
1,45— 1,65	0,10— 0,40	0,15— 0,45	11,00— 12,50	0,15— 0,30	0,40— 0,60	0,030	0,030	0,35	0,30

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₉ (HB)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные	До (255)
Образцы. Закалка 970 °C, масло. Отпуск 180 °C	Св. 61
Закалка 1020 °C, воздух. Отпуск при температуре, °C:	
200	63
300	61
400	60
500	61
Изотермический отжиг: нагрев 850—870 °C, охлаждение со скоростью 40 град/ч до 700—720 °C, выдержка 3—4 ч, охлаждение со скоростью 50 град/ч до 550 °C, воздух	(255)
Подогрев 650—700 °C. Закалка 1000—1030 °C, масло. Отпуск 190—210 °C, 1,5 ч, воздух (режим окончательной термообработки)	61—63
Подогрев 650—700 °C. Закалка 1000—1030 °C, селитра. Отпуск 320—350 °C, 1,5 ч, воздух (режим окончательной термообработки)	58—59

Ударная вязкость и твердость стали в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °C	KCU, Дж/см ²	HRC ₉
<i>Закалка 1000—1030 °C, масло. Выдержка при отпуске 1,5 ч</i>		
200	43	63
300	64	61
400	54	60
500	30	60
550	—	52

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [81]

Температура испытания, °C	$\sigma_{\text{В}}$, МПа	δ_5	ψ
		%	
Образцы диаметром 10 мм, длиной 50 мм кованые и отожженные. Скорость деформирования 1,1 мм/мин. скорость деформации 0,0004 1/с			
700	140	44	68
800	125	—	58
900	81	46	54
1000	46	—	49
1100	25	48	48
1200	8	3	14

Предел выносливости при $n = 10^7$ [29]

σ_{-1} , МПа	HRC ₉
800	60
650	56

Технологические свойства

Температураковки, °C: начала 1140, конца 850. Охлаждение в колодцах или термостатах [82].

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций [81].

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при HB 217—228 и $\sigma_B = 710$ МПа, K_v тв. спл = 0,8, K_v б. ст = 0,3 [81].

Склонность к отпускной хрупкости — склонна [88].

Теплостойкость [82]

Температура °C	Время, ч	HRC ₉
150—170	1	63
490—510		59

Шлифуемость — удовлетворительная [81].

Критический диаметр, мм, при закалке [81]

Закалочная среда		
масло	селитра	воздух
80—100	80—100	50—60

Сталь X12BM

Заменитель — сталь X12M.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутост ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и се-ребрянкост ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полосост ГОСТ 4405—75. Поковкост и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — холодные штампы высокой устойчивости против истирания, не подвергающиеся сильным ударам и толчкам, волочильные доски и волоки, глазки для калибрования пруткового металла под накатку резьбы, гибочные и формовочные штампы, сложные кузовные штампы, матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов, штамповки активной части электрических машин.

Температура критических точек, °C: 815 — A_{c1} , 225 — Mn [83].

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	W	V	Mo	P	S	Ni	Cu
							не более			
2,00— 2,20	0,10— 0,40	0,15— 0,45	11,00— 12,50	0,50— 0,80	0,15— 0,30	0,60— 0,90	0,030	0,030	0,35	0,30

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₃ (HВ)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные	До (255)
Образцы. Закалка 1020 °C, масло. Отпуск 180 °C	Св. 61
Изотермический отжиг 830—850 °C, охлаждение со скоростью 40 град/ч до 700—720 °C, выдержка 3—4 ч, охлаждение со скоростью 50 град/ч до 550 °C, воздух	До (255)
Подогрев 650—700 °C. Закалка 1000—1030 °C, масло. Отпуск: 180—200 °C, 1,5 ч, воздух (режим окончательной термообработки)	61—63
350—400 °C, 1,5 ч, воздух (режим окончательной термообработки)	58—60

Ударная вязкость и твердость стали в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °C	KCU, Дж/см ²	HRC ₃
<i>Закалка 1020 °C, масло. Выдержка при отпуске 1,5 ч</i>		
200	23	62
300	35	59
400	44	59
450	38	—
500	27	—
550	—	59

Технологические свойства [112]

Температура ковки, °C: начала 1100, конца 850. Охлаждение замедленное, в колодцах.

Сталь 7ХГ2ВМФ

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — штампы объемного холодного деформирования и вырубки инструмент сложной конфигурации, используемые при производстве изделий из цветных сплавов и малопрочных конструкционных сталей.

Температура критических точек, °С [112]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_r	Mn
765	825	430	310	160

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	W	V	Mo	S	P	Ni	Cu
							не более			
0,68— 0,76	0,20— 0,40	1,80— 2,30	1,50— 1,80	0,55— 0,90	0,10— 0,25	0,50— 0,80	0,030	0,030	0,35	0,30

Механические свойства (ГОСТ 5950—73) [109, 29]

Состояние поставки, режимы термообработки	KCU, Дж/см ²	Твердость
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные	—	До HB 255
Образцы. Закалка 840—880 °С, воздух	—	Св. HRC ₉ 59
Подогрев 650—700 °С. Закалка 850—860 °С, масло. Отпуск 140—160 °С, 1,5 ч, воздух (режим окончательной термообработки)	118—147	HRC ₉ 60—61
Подогрев 650—700 °С. Закалка 850—860 °С, воздух. Отпуск 200 °С, 1,5 ч, воздух	137—157	HRC ₉ 58—59
Закалка 850 °С. Отпуск 200 °С, азотирование при 530 °С (степень диссоциации аммиака 25—30 %): 3 ч, глубина азотированного слоя 0,07—0,08 мм 6 ч, глубина азотированного слоя 0,13—0,15 мм	— —	HV 660—730 HV 1070—1100

Механические свойства в зависимости от сечения заготовки [29]

Сечение, мм	KCU, Дж/см ²	HRC ₀
<i>Закалка на мелкое зерно. Отпуск 150—160 °С (место вырезки образцов 1/2R)</i>		
15	50	61
25	45	61
50	40	60
100	36	60

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [109]

Температура отпуска, °С	HRC ₀
<i>Закалка 850 °С, воздух</i>	
150	62
200	61
250	59
300	58
350	56

Ударная вязкость в зависимости от температуры отпуска [29]

Температура отпуска, °С	KCU, Дж/см ²
<i>Поковка Закалка на мелкое зерно (образцы сечением 25 мм)</i>	
150	59
250	78
300	59
350	59
400	157

Предел выносливости [29]

σ_{-1} , МПа	n	HB
700	10 ⁶	470
750	10 ⁷	530

Технологические свойства [112]

Температура ковки, °С: начала 1160, конца 800. Охлаждение замедленное в колодцах.

Сталь 7Х3

Заменитель — сталь 8Х3.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 5950—73, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — инструмент (пуансоны, матрицы) горячей высадки крепежа на заготовках из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей на горизонтально-ковочных машинах, детали штампов (матрицы, пуансоны, выталкиватели) для горячего прессования и выдавливания этих материалов на кривошипных прессах, гибочные, обрезающие и просечные штампы.

Температура критических точек, °C [112]

Ac ₁	Ar ₁	Mn
770	730	400

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu	W	Mo	Ti	V
не более											
0,65— 0,75	0,15— 0,35	0,15— 0,40	3,20— 3,80	0,030	0,03	0,35	0,30	0,20	0,20	0,03	0,15

Механические свойства [160]

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			
Подогрев 650—700 °С, Закалка 850—880 °С, ма- сло. Отпуск 480—500 °С	1620— 1710	1670— 1760	4—7	16—19	18—20	40—44

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 870 °C, масло. Выдержка при отпуске 2 ч						
300	1650	1930	4	12	17	52
400	1440	1690	5	24	29	47

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [112]

Температура испытания °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 870 °C, масло. Отпуск 500 °C, 2 ч						
20	1240	1320	10	36	37	40
300	880	1030	12	34	71	—
400	780	910	16	55	67	—
500	550	690	18	68	51	—

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [81]

Температура отпуска, °C	HRC ₉
<i>Закалка 850—880 °C, масло</i>	
150—200	61—63
200—300	59—61
300—400	56—59
400—500	52—56
500—600	41—52

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1180, конца 800. Сечения до 300 мм охлаждаются в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Сталь 8Х3

Заменитель — сталь 7Х3.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутост ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 5950—73, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — инструмент (пуансоны, матрицы) горячей высадки крепежа и заготовок из углеродистых и низколегированных конструкционных сталей на горизонтально-ковочных машинах, детали штампов (матрицы, пуансоны, выталкиватели) для горячего прессования и выдавливания, гибочные и просяные штампы.

Температура критических точек, °C [112]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁	Mn
785	830	770	750	370

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu	W	Mo	Ti	V
				не более							
0,75—0,85	0,15—0,35	0,15—0,40	3,20—3,80	0,030	0,030	0,35	0,30	0,20	0,20	0,03	0,15

Механические свойства [160]

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC _a
	МПа		%			
Подогрев 650—700 °С. За- калка 820—850 °С, масло. Отпуск 480—550 °С	1420— 1520	1470— 1570	6—9	18—20	20—24	44—48

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC _a
	МПа		%			
Закалка 870 °С, масло, выдержка при отпуске 2 ч						
300	1800	1980	3	—	20	55
400	1630	1710	6	10	23	52
500	1270	1340	8	25	34	44

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [112]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 870 °С, масло. Отпуск 500 °С, 2 ч					
200	1080	1270	8	27	46
300	1030	1220	10	28	54
400	930	1110	15	47	49
500	640	800	20	65	44

Технологические свойства [112]

Температураковки, °С: начала 1160, конца 850. Охлаждение замедленное в колодцах.

Сталь 5ХНМ

Заменитель — стали: 5ХНВ, 5ХГМ, 4ХМФС, 5ХНВС, 4Х5В2ФС.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Проволока ГОСТ 10543—82. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — молотковые штампы паровоздушных и пневматических молотов с массой падающих частей свыше 3 т, прессовые штампы и штампы машинной скоростной штамповки при горячем деформировании легких цветных сплавов, блоки матриц для вставок горизонтально-ковочных машин.

Температура критических точек, °С [112]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _m)	Ar ₁	Мн
730	780	640	610	230

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	P	S	Cu
						не более		
0,50— 0,60	0,10— 0,40	0,50— 0,80	0,50— 0,80	0,15— 0,30	1,40— 1,80	0,030	0,030	0,30

Твердость (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₉ (HВ)
Пружки и полосы отожженные или высокоотпущенные	До (241)
Образцы Закалка 850 °С, масло Отпуск 550 °С	Св 36
Подогрев 700—750 °С. Закалка 840—860 °С, масло. Отпуск 400—480 °С (режим окончательной термообработки) 500—550 °С (режим окончательной термообработки)	44—48 40—43

Механические свойства в зависимости от сечения [112]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	Твердость	
	МПа		%			поверхности HRC ₉	сердцевины HВ

Закалка 850 °С, масло. Отпуск 460—520 °С

До 100	—	—	—	—	—	57	—
100—200	1420	1570	9	35	34	42—47	375—429
200—300	1270	1470	11	38	44	40—44	352—397
300—500	1130	1320	12	36	49	37—42	321—375
500—700	930	1180	15	40	78	35—39	302—341

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₉)
	МПа		%			
Закалка 850 °С, масло. Выдержка при отпуске 2 ч						
400	1370	1570	10	40	33	(47)
450	1400	1490	—	36	37	(45)
500	1270	1370	—	36	46	(43)
550	1180	1310	—	35	59	(40)
Закалка 840—860 °С, масло или вода—масло						
450—510	—	—	—	—	—	415—477
500—550	—	—	—	—	—	341—388
560—600	—	—	—	—	—	285—321

Твердость стали в зависимости от температуры испытания [188]

Температура испытания °С	HRC ₉	Температура испытания, °С	HRC ₉
<i>Закалка 850 °С. Отпуск 450 °С</i>		<i>Закалка 850 °С. Отпуск 500 °С</i>	
400	43	400	39
500	39	500	28
550	37	550	—
600	26	600	26

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1240, конца 750. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—350 мм — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии при НВ 286 и $\sigma_B = 900$ МПа, $K_{pb.ст} = 0,3$, $K_{pb.тв.спл} = 0,6$

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна,

Флокеночувствительность — чувствительна.

Теплостойкость [112]

Температура, °С	Время, ч	HRC ₉
590	4	37

Сталь 5ХГМ

Заменитель — стали: 5ХНМ, 5ХНВ, 6ХВС, 5ХНС, 5ХНСВ, 5ХГСВФЮ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — молотовые штампы паровоздушных и пневматических молотов с массой падающих частей до 3 т, ковочные штампы для горячей штамповки, валки крупных, средних и мелкосортных станов для прокатки твердого металла.

Температура критических точек, °C [139]

A _с	A _{с3} (A _{сm})	A _{г3} (A _{гcm})	M _н
700	800	700	220

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	Mo	S	P	Ni	Cu
					не более			
0,50—0,60	0,25—0,60	1,20—1,60	0,60—0,90	0,15—0,30	0,030	0,030	0,35	0,30

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [82, 112]

Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	HRC ₉ (HВ)
Прутки и полосы ожеженные или высокоотпущенные	—	До (241)
Образцы Закалка 820—850 °C, масло	—	Св. 57
Закалка 820—850 °C, масло для молотовых штампов	До 300	(387—444)
Отпуск 490—520 °C, воздух мелких	До 400	(363—387)
средних. Отпуск 530—560 °C, воздух	Св. 400	(302—341)
крупных. Отпуск 580—620 °C, воздух	—	44—48
Подогрев 700—750 °C. Закалка 820—850 °C, масло.	—	40—43
Отпуск 410—440 °C (режим окончательной термообработки)	—	
480—540 °C (режим окончательной термообработки)	—	

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [82]

Темпе- ратура отпуска, °C	Сечение, мм	σ_B МПа	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	Твердость	
			%			поверхности	сердцевины
						HRC ₉	HВ
Закалка 820—850 °C, масло							
410—440	До 100	1570	5	15	20	44—48	—
490—520	100—300	1420	10	—	29	—	387—444
530—560	300—400	1250	10	32	44	—	363—387

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [112]

Температура испытания °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см²	НВ (HRC ₉)
	МПа		%			
Закалка 850 °С, масло, Отпуск 450 °С, 2 ч						
20	1450	1570	9	26	36	(47)
400	1080	1280	11	40	44	(37)
500	860	980	15	55	—	(32)
600	390	700	25	80	40	(27)
Заготовка диаметром 20 мм. Закалка 850 °С, масло, Отпуск 500—550 °С						
200	1030	1220	—	31	59	360
300	980	1180	12	48	64	330
400	850	980	10	62	49	310
500	680	780	12	81	34	302

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—350 мм — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в горячекатаном состоянии при НВ 207 $\sigma_B = 900$ МПа, $K_{с\text{тв}} = 0,6$, $K_{с\text{б.ст}} = 0,3$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Теплостойкость

Температура, °С	HRC ₉
350—375	47

Сталь 4ХМФС

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — молотковые штампы паровоздушных и пневматических молотов с массой падающих частей до 3 т при деформации легированных конструкционных и нержавеющих сталей, прессовый инструмент для обработки алюминиевых сплавов, вставки и пуансоны для высадки на горизонтально-ковочных машинах.

Температура критических точек, °С [112]

$A_{с1}$	$A_{с3}$ ($A_{сm}$)	$A_{г3}$ ($A_{гcm}$)	$A_{г1}$	Мн
760	805	710	630	280

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	V	Mo	Ni	Cu	S	P
						не более			
0,37— 0,45	0,50— 0,80	0,50— 0,80	1,50— 1,80	0,30— 0,50	0,90— 1,20	0,35	0,30	0,030	0,030

Твердость стали после термообработки ГОСТ 5950—73 [109, 112]

Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	HRC ₉ (HВ)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные	—	До (241)
Образцы. Закалка 920—930 °С, масло	—	Св. 56
Подогрев 700—750 °С. Закалка 910—930 °С, масло. Отпуск 580—620 °С. Отпуск 550—580 °С (режим окончательной термообработки)	—	45—48
Подогрев 700—750 °С. Закалка 910—930 °С, масло. Отпуск 630—660 °С. Отпуск 580—600 °С (режим окончательной термообработки)	—	40—44
Закалка 910—930 °С. Отпуск 580—600 °С (для молотовых штампов)	До 300	42—47
Закалка 910—930 °С. Отпуск 600—620 °С (для молотовых штампов)	Св. 300	40—43
Закалка 920—950 °С. Отпуск 530—550 °С (для прессов)	До 300	47—49
Закалка 920—950 °С. Отпуск 580—600 °С (для прессов)	Св. 300	44—46

Механические свойства в зависимости от температуры испытания

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 920 С, масло. Отпуск 560 С, 2 ч [112]

300	1250	1390	11	44	44
400	1180	—	12	49	49
500	1180	1270	13	55	—
600	950	1070	14	63	53

Штамп сечением до 500 мм. Закалка 950 °С, масло. Отпуск 550 °С [109]

20	1280	1450	7	20	20
300	1190	1340	8	27	54
600	760	900	10	45	59

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 920 °C, масло. Выдержка при отпуске 2 ч						
300	1570	2060	10	41	29	51
400	1370	1660	11	38	29	49
500	1340	1610	12	47	39	47
600	1180	1260	14	53	78	42
650	820	880	22	63	157	30

Технологические свойства [112]

Температура ковки, °C: начала 1150, конца 850. Охлаждение замедленное в колодцах.

Теплостойкость

Температура, °C	Время, ч	HRC ₉
650	4	42

Сталь 4Х5МФ1С

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — пресс-формы литья под давлением цинковых, алюминиевых и магниевых сплавов, молотковые и прессовые вставки (сечением до 200—250 мм) при горячем деформировании конструкционных сталей, инструмент для высадки заготовок из легированных конструкционных и жаропрочных материалов на горизонтально-ковочных машинах.

Температура критических точек, °C

A _{c1}	A _{c3} (A _{c_m})	A _{r3} (A _{r_{c_m})}	A _{r1}	Mn
875	935	815	760	305

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	V	Mo	Ni	Cu	S	P
						не более			
0,37— 0,44	0,90— 1,20	0,20— 0,50	4,50— 5,50	0,80— 1,10	1,20— 1,50	0,35	0,30	0,030	0,030

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [133, 112]

Состояние поставки режимы термообработки	Твердость
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные Образец Закалка 1020—1040 °С, масло. Отпуск 550 °С Изотермический отжиг. Нагрев со скоростью не более 100 град/ч до температуры 860—880 °С, выдержка 2,5 ч + (1,0—1,5) мин на 1 мм наибольшего сечения, охлаждение со скоростью 40—50 град/ч до 720—730 °С, изотермическая выдержка 3—4 ч, охлаждение со скоростью 30—50 град/ч до 400 °С Высокий отпуск. Нагрев со скоростью не более 100 град/ч до температуры 750—780 °С, выдержка 2,5 ч + (1,0—1,5) мин на 1 мм наибольшего сечения. Охлаждение со скоростью 30—50 град/ч до 400 °С Подогрев 700—750 °С. Закалка 1020—1040 °С, масло. Отпуск 560—580 °С Отпуск 520—540 °С	До HB 241 Св. HRC₉ 48 До HB 241 До HB 269 HRC₉ 49—50

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC _c
	МПа		%			
Закалка 1020 °С, масло. Выдержка при отпуске 2 ч						
300	1490	1860	9	28	49	52
400	—	—	8	24	41	54
500	1490	—	8	25	20	55
600	1470	1620	10	46	44	50

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [112]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 1020 °С, масло. Отпуск 580 °С, 2 ч					
20	1470	1670	10	40	39
200	1340	1620	11	48	54
300	1320	1490	11	46	51
400	1270	1420	11	46	49
500	1170	1320	11	46	41

Технологические свойства [112]

Температура ковки, °С: начала 1180, конца 850, Охлаждение замедленное в колодцах.

Теплостойкость [133]

Температура, °C	Время, ч	HRC ₉
600	2	47

Сталь 4Х5МФС

Заменитель — стали: 4Х5МФ1С, 4Х4ВМФС.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — мелкие молотовые штампы, крупные (сечением более 200 мм) молотовые и прессовые вставки при горячем деформировании конструкционных сталей и цветных сплавов в условиях крупносерийного и массового производства, пресс-формы литья под давлением алюминиевых, а также цинковых и магниевых сплавов.

Температура критических точек, °C [133]

A _{c1}	A _{c3} (A _{c_m})	A _{r3} (A _{r_{c_m})}	A _{r1}	Mn
840	870	810	735	300

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	V	Mo	Ni	Cu	S	P
						не более			
0,32— 0,40	0,90— 1,20	0,20— 0,50	4,50— 5,50	0,30— 0,50	1,20— 1,50	0,35	0,30	0,030	0,030

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₉ (HВ)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные Образцы. Закалка 1000—1020 °C, масло. Отпуск 550 °C Подогрев 700—750 °C. Закалка 1000—1020 °C, масло. Отпуск 530—560 °C. Отпуск 500—520 °C (режим окончательной термообработки)	До (241) Св. 48 49—51

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [112]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 1000 °С, масло. Отпуск 560 °С, 2 ч						
20	1570	1710	12	54	51	50
300	1320	1540	12	48	61	50
400	1270	1470	12	49	62	52
500	1130	1370	10	52	55	47
550	1160	1290	12	50	50	44

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 1000 °C, масло. Выдержка при отпуске 2 ч						
500	1420	1720	12	45	49	50
550	—	1670	10	50	56	48
600	1350	1490	13	53	59	45
650	960	1080	15	60	79	34

Ударная вязкость КСУ, Дж/см²

Температура, °C			Термообработка
+20	—40	—70	
29	20	10	Закалка, отпуск 600 °C

Технологические свойства [112]

Температураковки, °C: начала 1180, конца 850. Охлаждение замедленное в колодцах.

Теплостойкость [133]

Температура, °C	Время, ч	HRC ₉
590	2	47

Сталь 3Х3М3Ф

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прут ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прут и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — инструмент горячего деформирования на кривошипных прессах и горизонтально-ковочных машинах, подвергающийся в процессе работы интенсивному охлаждению (как правило, для мелкого инструмента), пресс-формы литья под давлением медных сплавов, ножи для горячей резки, охлаждаемые водой.

Температура критических точек, °C [112]

A_{c1}	$A_{e_s} (A_{c_m})$	$A_{r_s} (A_{r_m})$	A_{r_1}	M_n
815	875	820	760	340

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	V	Mo	Ni	Cu	S	P
						не более			
0,27— 0,34	0,10— 0,40	0,20— 0,50	2,80— 3,50	0,40— 0,60	2,50— 3,00	0,35	0,30	0,030	0,030

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₉ (HВ)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные Образцы. Закалка 1040 °C, масло. Отпуск 550 °C Подогрев 700—750 °C. Закалка 1030—1050 °C, масло. Отпуск 580—600 °C. Отпуск 540—560 °C (режим окончательной термообработки)	До (229) Св. 46 49—50

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °C	$\sigma_0 2$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			

Закалка 1040 °C, масло. Выдержка при отпуске 2 ч

500	1320	—	14	45	49	49
550	—	—	13	51	29	49
600	—	1670	10	51	22	48
650	1270	1460	10	47	48	44

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [112]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC _c
	МПа		%			
Закалка 1040 °С, масло. Отпуск 600 °С, 2 ч						
20	1470	1670	—	50	22	49
300	1270	1450	10	—	61	48
400	—	1370	10	50	61	48
500	1140	1270	10	51	55	44
600	980	1130	12	54	50	35

Ударная вязкость и твердость в зависимости от сечения

Сечение, мм	КСУ, Дж/см	HRC _с
<i>Закалка 1040 °С, масло. Отпуск 600 °С, 2 ч</i>		
10	24	49—50
120	7	49—50
200	7	49—50

Технологические свойства [112]

Температура ковки, °С: начала 1180, конца 850. Охлаждение замедленное в колодцах.

Теплостойкость [133]

Температура °С	Время, ч	HRC _с
590	2	47

Сталь 3Х2В8Ф

Заменитель — стали: 4Х5В2ФС, 4Х2В2МФС, 5Х3В3МФС

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — тяжелонагруженный прессовый инструмент (мелкие вставки окончательного штампового ручья, матрицы и пуансоны для выдавливания и т. д.) при горячем деформировании легированных конструкционных сталей и жаропрочных сплавов, пресс-формы литья под давлением медных сплавов.

Температура критических точек, °С [112]

$A_{с1}$	$A_{с3}$ ($A_{сm}$)	$A_{г3}$ ($A_{гm}$)	$A_{г1}$	M_n
800	850	750	690	380

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	W	V	S	P	N	Cu	Mo
						не более				
0,30—0,40	0,15—0,40	0,15—0,40	2,20—2,70	7,50—8,50	0,20—0,50	0,030	0,030	0,35	0,030	0,50

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [81, 112, 29]

Состояние поставки, режимы термообработки	Твердость
Прутки и полосы отожженные или высокоотнущенные Образцы. Закалка 1075—1125 °С, масло	До HB 241 Св. HRC ₉ 49
Подогрев 840—860 °С. Закалка 1120—1160 °С, масло. Отпуск 660—680 °С, воздух *	HRC ₃ 40—45
Подогр в 840—860 °С. Закалка 1070—1100 °С, масло. Отпуск 620—650 °С воздух **	HRC ₃ 42—45
Сечение до 400 мм. Закалка 1080—1100 °С, масло или воздух. Отпуск 580—590 °С, охлаждение с печью. Отпуск 540—550 °С, охлаждение с печью	HB 402—475
Подогрев 700—750 °С. Закалка 1130—1150 °С, масло. Отпуск 640—660 °С. Отпуск 600—620 °С	HRC ₃ 44—48
Закалка 1150 °С. Отпуск 620 °С. Азотирование 530 °С. Степень диссоциации аммиака 25—30 %: 3 ч, толщина слоя 0,07—0,08 мм 6 ч, толщина слоя 0,10—0,12 мм	HV 1000—1080 HV 1100—1600

* Обработка на повышенную теплостойкость.

** Обработка на повышенную прочность и разгароустойчивость.

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 1130 °С, масло. Выдержка при отпуске 2 ч						
600	—	1720	10	41	20	52
625	1460	1640	7	28	25	50
650	1390	1530	12	36	20	48
675	1310	1430	10	36	25	45

**Твердость стали в зависимости
от температуры испытания [187]**

Температура испытания, °C	HRC ₉
<i>Закалка 1140 °C. Отпуск 650 °C</i>	
400	47
500	43
550	41
600	33
650	28
700	22

Технологические свойства

Температураковки, °C: начала 1200 конца 900. Охлаждение до 700 °C на воздухе, далее в песке.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций [81].

Обрабатываемость резанием — при HB 200—220 и $\sigma_B = 710$ МПа, $K_{\text{в б. ст}} = 0,45$, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,9$ [52].

Склонность к отпускной хрупкости — склонна [81].

Флокеночувствительность — чувствительна [81].

Теплостойкость [52]

Температура, °C	Время, ч	HRC ₉
630—650	3	45—51

Жаростойкость [103]

Сред.	Температура испытания, °C	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	500	4	0,0705	3
	600	1	0,193	6

Сталь 3X2H2MBФ

Назначение — ответственные детали прессового инструмента с высокими свойствами прочности и удовлетворительной пластичностью после нормализации и отпуска: втулки контейнеров, пресс-штемпели, иглы и другие детали, работающие при повышенных температурах до 500 °C.

Химический состав, % (ОСТ 24.959.01)

C	S	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V	S	P
								не более	
0,32— 0,38	0,17— 0,37	0,50— 0,80	2,00— 2,50	1,40— 1,80	0,80— 1,00	0,80— 1,20	0,20— 0,30	0,030	0,030

Механические свойства при различных температурах испытания [124]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	НВ
	МПа			
	не менее			

Поковки сечением до 700 мм. Нормализация 950—960 °С, воздух.

Двухступенчатый отпуск 550—580 °С,

охлаждение с печью (образцы тангенциальные)

20	1300	1400	7	388—444
450	1000	1100	8	—
500	950	1050	8	—

Предел длительной прочности: $\sigma_{300}^{150} = 1000$ МПа, $\sigma_{300}^{500} = 900$ МПа.

Технологические свойства [83]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 900.

Свариваемость — трудносвариваемая.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к опускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость [124]

Термообработка	HRC ₉	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
Закалка, вода	51,5	60
	43,5	200

Сталь 27Х2Н2М1Ф

Назначение — ответственные детали прессового инструмента с повышенными свойствами прочности и повышенной пластичностью после нормализации и отпуска: втулки контейнеров, кольца, пресс-штемпели, иглы и другие детали, работающие при температурах до 500 °С.

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-180—75)

С	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	S	P
							не более	
0,25— 0,30	0,17— 0,37	0,50— 0,80	2,00— 2,50	1,40— 1,80	0,80— 1,00	0,20— 0,30	0,030	0,030

**Механические свойства поковок сечением до 700 мм
при различных температурах испытания [124]**

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$	НВ
	МПа			
	не менее			

*Нормализация 950—960 °С, воздух. Двухкратный отпуск 540—570 °С,
охлаждение с печью (образцы тангенциальные)*

20	1200	1300	9	363—444
450	900	1000	10	—
500	850	950	10	—

Предел длительной прочности: $\sigma_{300}^{450} = 900$ МПа, $\sigma_{300}^{500} = 800$ МПа.

Технологические свойства [83]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 900.

Свариваемость — трудносвариваемая.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость

Термообработка	HRC ₉	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
Закалка, вода	44—47 38	80 200

Сталь 6ХС

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 5950—73, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — пневматические зубила и штампы небольших размеров для колодной штамповки, рубильные ножи.

Температура критических точек, °С [112]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	M_n
770	830	250

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu	W	Mo	Ti	V
				не более							
0,60— 0,70	0,60— 1,00	0,15— 0,40	1,00— 1,30	0,030	0,03	0,35	0,30	0,20	0,20	0,03	0,15

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₉ (HB)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные Образцы. Закалка 840—860 °С, масло Подогрев 700—750 °С. Закалка 840—860 °С, масло. Отпуск 240—270 °С, воздух (режим окончательной термообработки)	До (229) Св. 57 53—56

Механические свойства в зависимости от температуры испытаний [163]

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_5	Ψ	НВ
		%		

Закалка, масло. Отпуск 600—620 °С

100	760	11	45	249
200	800	—	—	240
300	800	13	—	230
400	660	16	—	190
500	500	18	48	150
600	330	19	62	130
700	225	22	71	100

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [29]

Температура, °С			Термообработка
+20	-20	-60	
—	24	21	Закалка 840—860 °С, масло. Отпуск 250 °С
343	13	12	Закалка 840—860 °С, масло. Изотермическая выдержка при 250 °С

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	HRC ₉
	Па		%			
Закалка 880 °С, масло. Выдержка при отпуске, 2 ч						
200	2060	—	2	—	—	59
300	1910	2080	3	20	24	56
400	1760	1910	4	25	20	52
500	1250	1400	8	30	39	45
600	980	1070	20	—	46	—

Технологические свойства [29]

Температураковки, °С: начала 1170, конца 850. Охлаждение в футерованной яме или под слоем песка.

Сталь 4XB2C

Заменитель — стали: 4X5B2ФC, 3X2B8Ф, 4X8B2, 4X3B8M, 4X3B2M2.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71 Калиброванный пруток ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Покковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — пневматический инструмент: зубила, обжимки, вырубные и обрезные штампы сложной формы, работающие с повышенными ударными нагрузками.

Температура критических точек, °С [112]

A_{cr}	A_{c3} (A_{cm})	M_n
780	840	315

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	W	N	Cu	S	P
					иc более			
0,35— 0,45	0,60— 0,90	0,15— 0,40	1,00— 1,30	2,00— 2,50	0,35	0,30	0,030	0,030

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₉ (HB)
Прутки и полосы ожеженные или высокоотпущенные образцы. Закалка 860—900 °С, масло	До (229) Св. 54

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₉ (HВ)
Отжиг 800—820 °С, охлаждение 50 град/ч до 600 °С, воздух	(229)
Подогрев 700—750 °С. Закалка 860—900 °С, масло. Отпуск: 200—250 °С, воздух (режим окончательной термообработки) 430—470 °С, воздух (режим окончательной термообработки)	54—59 47—52

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [112]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 880 °С, масло, Отпуск 430 °С, 2 ч					
20	1300	1470	8	35	29
200	1320	1500	10	47	44
300	1340	—	12	49	41
400	1250	1370	13	60	39
500	1090	1170	13	60	42
600	590	590	20	80	88

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 880 °C, масло. Выдержка при отпуске 8 ч						
200	1700	1910	5	35	23	55
300	1630	1760	8	36	22	52
400	1450	1620	9	37	29	50
500	1260	1370	10	40	34	42
600	1140	1180	11	48	41	39

Технологические свойства [112, 104]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 850. Охлаждение замедленное в колодцах.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Сталь 5XB2C

Заменитель — сталь 6XB2C.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутост ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и се-ребрянкост ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — ножи при холодной резке металла, резбонакатные плашки, пуансоны и обжимные матрицы при холодной работе, штампы сложной формы, работающие с повышенными ударными нагрузками.

Температура критических точек, °C [112]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Mn
775	850	295

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	W	S	P	Ni	Cu	Mo	V
					не более					
0,45— 0,55	0,80— 1,10	0,15— 0,45	0,90— 1,20	1,80— 2,30	0,030	0,030	0,35	0,30	0,30	0,30

Механические свойства (ГОСТ 5950—73) [18]

Состояние поставки, режимы термообработки	KCU, Дж/см ²	HRC ₉ (HВ)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные	—	До (229)
Образцы. Закалка 910 °C, масло. Отпуск 180 °C	—	Св. 56
Подогрев 700—750 °C. Закалка 860—900 °C, масло.		
Отпуск		
200—250 °C, воздух (режим окончательной термообработки)	—	54—59
430—470 °C, воздух (режим окончательной термообработки)	—	47—52
Образцы из горячекатаной и отожженной полосы сечением 10—15 мм. Изотермическая закалка 1000 °C, охлаждение — смесь солей, температура изотермы:		
220 °C, выдержка 30 мин	35	56
300 °C, выдержка 30 мин	69	52
400 °C, выдержка 30 мин	73	41

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [136]

Температура испытания, °С	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	KCU, Дж/см ²
	МПа		%		
Образец диаметром 20 мм, Закалка 880 °С, масло, Отпуск 450 °С					
200	1470	1620	5	15	34
300	1420	1570	5	20	34
400	1220	1320	10	45	24
500	1030	1180	12	50	20

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC
	МПа		%			

Закалка 880 °C, масло. Выдержка при отпуске 2 ч

200	1810	1960	6	13	15	56
300	1720	1830	8	20	18	54
400	1530	1670	9	26	20	52
500	1290	1470	10	30	23	46
600	1030	1180	11	35	34	41

Технологические свойства [104, 112]

Температура ковки, °C: начала 1180, конца 850. Охлаждение замедленное, в колодцах.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Сталь 6ХВ2С

Заменитель — сталь 6Х3ФС.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — ножи для холодной резки металла, резьбонакатные плашки, пуансоны и обжимные матрицы при холодной работе, штампы сложной формы, работающие с повышенными ударными нагрузками.

Температура критических точек, °C [112]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	M_n
775	810	280

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	W	S	P	Ni	Cu	Mo
					не более				
0,55— 0,65	0,50— 0,80	0,15— 0,40	1,00— 1,30	2,20— 2,70	0,030	0,030	0,35	0,30	0,30

Механические свойства [54, 172]

Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	σ_B , МПа	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉
			%			
Ножи для холодной резки металла. Загрузка при 800 °С, нагрев по 100 град/ч до 970 °С, выдержка 40 мин, масло. Отпуск 250 °С, 12 ч	До 45	2240	5	15	29	59—61
Образцы из кованных и отожжен- ных заготовок. Изотермическая закалка 980—1000 °С, охлажде- ние — расплав солей, температу- ра изотермы: 250 °С, выдержка 30 мин 275 °С, выдержка 30 мин	20—25 20—25	2270 2170	— —	— —	30 34	57 56

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₉ (HB)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные	До (269)
Образцы. Закалка 860—900 °С, масло	Св. 58
Подогрев 700—750 °С. Закалка 860—900 °С, масло. Отпуск:	
200—250 °С, воздух (режим окончательной термообработки)	54—59
430—470 °С, воздух (режим окончательной термообработки)	47—52

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	HRC ₉
	МПа		%			
Закалка 880 °С, масло. Выдержка при отпуске 2 ч						
200	1910	2100	2	10	98	62
300	1840	1910	4	13	20	57
400	1640	1750	6	16	21	53
500	1550	1590	8	20	24	47
600	1300	1400	10	30	28	45

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [112]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 880 °С, масло. Отпуск 450 °С, 2 ч					
20	1680	1770	7	18	26
300	1410	1630	8	10	27
400	1250	1390	11	48	24
450	1080	1230	13	53	23

Технологические свойства [82, 112]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 850. Охлаждение замедленное, в колодцах.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Сталь 6ХВГ

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 5950—73, ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 5950—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950—73, ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78.

Назначение — пуансоны сложной формы для холодной прошивки преимущественно фигурных отверстий в листовом и полосовом материале, небольшие штампы для горячей штамповки, главным образом, когда требуется минимальное изменение размеров при закалке.

Температура критических точек, °С [112]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _c m)	Ag ₁	Mn
780	795	695	675	280

Химический состав, % (ГОСТ 5950—73)

C	Si	Mn	Cr	W	S	P	Ni	Cu	Mo
					не более				
0,55— 0,70	0,15— 0,35	0,90— 1,20	0,50— 0,80	0,50— 0,80	0,030	0,030	0,35	0,30	0,30

Твердость стали после термообработки (ГОСТ 5950—73) [112]

Состояние поставки, режимы термообработки	HRC ₃ (HB)
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные Образцы. Закалка 850—900 °С, масло	До (217) Св. 58
Отжи. 800—820 °С, охлаждение 50 град/ч до 600 °С, воздух	(217)
Подогрев 700—750 °С. Закалка 850—900 °С, масло. Отпуск: 200—250 °С, воздух 450—480 °С, воздух	54—57 46—49

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₆
	МПа		%			
Закалка 870 °C, масло. Выдержка при отпуске 2 ч						
200	1820	1852	2	3	26	56
300	1700	2009	1	5	14	55
400	1470	1690	7	26	20	51
450	1450	1570	10	38	46	46
500	1270	1390	10	30	30	40
550	1180	1270	11	20	40	34

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [112]

Температура испытания °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 870 °C, масло. Отпуск 450 °C, 2 ч					
200	1240	1460	10	40	51
300	1180	1440	14	49	46
400	1100	1390	11	55	41
500	810	880	15	72	44

Технологические свойства [112]

Температураковки, °C: начала 1160, конца 850. Охлаждение замедленное в колодцах.

Сталь 40X5MФ

Заменитель — сталь 3X2B8Ф

Назначение — ответственные детали прессового и штампового инструмента с высокими свойствами прочности после нормализации и отпуска: втулки контейнеров, кольца, пресс-штемпели, иглы и другие детали, работающие при температурах до 500 °C.

Температура критических точек, °C [81]

A _{c1}	A _{c3} (A _{c_m})
810	855

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-180—75)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	C	P
							не более	не более
0,35— 0,45	0,17— 0,37	0,50— 0,80	4,50— 5,50	0,30	1,20— 1,60	0,40— 0,60	0,030	0,030

Механические свойства при различных температурах испытания [83]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 %	НВ (HRC _a)
	МПа			
	не менее			

Поковки сечением до 400 мм. Нормализация 990—1010 °С, воздух.
Двухкратный отпуск 550—580 °С, охлаждение с печью

20	1300	1400	7	388—444
450	1050	1200	8	—
500	1000	1150	8	—

Двухкратный отпуск 550—560 °С, охлаждение с печью

20	1500	1600	7	(45—53)
450	1250	1400	7	—
500	1150	1300	7	—

Предел длительной прочности [124]: $\sigma_{300}^{150} = 1000$ МПа, $\sigma_{300}^{90} = 950$ МПа.

Технологические свойства [83]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 900.

Свариваемость — трудносвариваемая.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость

Термообработка	HRC _a	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
Закалка в воду	55	200

Сталь 4Х2НМФ

Заменитель — сталь 38Х2НМФ.

Назначение — ковочные штампы с высотой кубика до 700 мм для горячей штамповки деталей из труднодеформируемых материалов.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)
760	820

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-180—75)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	S	P
							не более	
0,36— 0,42	0,17— 0,37	0,50— 0,80	2,00— 2,50	0,80— 1,10	0,40— 0,60	0,15— 0,20	0,030	0,030

Твердость [83]

Состояние поставки, режимы термообработки	НВ
Поковка сечением до 700 мм. Нормализация 890—910 °С, воздух Двухкратный отпуск 530—620 °С, охлаждение с печью или на воздухе	321—364

Технологические свойства [83]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800.

Свариваемость — трудносвариваемая.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прекаливаемость

Термообработка	HRC ₉	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
Закалка в воду	45	140

СТАЛЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ВАЛКОВАЯ

Сталь 9Х2

Заменитель — сталь 9Х1.

Вид поставки — валки ОСТ 24.013.20—85, ОСТ 24.013.04—83.

Назначение — рабочие и опорные валки двух- и четырехвалковых клетей
листовых станов для холодной прокатки металлов. Рабочие и опорные кованые
валки листовых станов для горячей прокатки металлов.

Температура критических точек, °С: 756 — Ас₁; 783 — Ас₃ (Ас_м).

Химический состав, % (ОСТ 24.013.20—85)

C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
					не более	
0,85—0,95	0,20—0,70	0,25—0,50	1,70—2,10	0,50	0,030	0,030

Механические свойства

Состояние поставки	Сечение, мм	HSD
<i>ОСТ 24.013.20—85</i>		
Бочки рабочих валков (после индукционной термообработки):		
дрессировочных и чистовых клетей станов холодной прокатки (тип 1)	До 650	95—105
клетей станов холодной прокатки (тип 2)	До 900	90—96
станов теплой прокатки (тип 3)	До 900	75—90
Бочки или бандажи опорных валков (после термообработки):		
с повышенными требованиями по твердости, тип 4	До 1600	70—85
тип 5	До 1600	45—69
Шейки рабочих и опорных валков	—	30—55

ОСТ 24.013.04—83

Бочки рабочих валков листовых станов для горячей прокатки:		
Нормализация. Отпуск	До 1000	35—55
Закалка. Отпуск		45—60
Шейки рабочих валков листовых станов для горячей прокатки. Нормализация. Отпуск	—	30—60
Бочки опорных составных валков листовых станов для горячей прокатки. Нормализация. Отпуск	До 1600	60—85

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

*Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм кованный и отожженный.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с*

700	125	160	45	83
800	100	135	47	91
900	105	135	51	—
1000	41	50	53	100
1100	21	30	75	100
1200	11	12	71	100

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °C: начала 1180, конца 800. Сечения до 300 мм охлаждаются в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии при HB 187—196
 $\sigma_D = 680$ МПа, K_{DTB} сдл = 0,95, K_{DTB} сст = 0,55.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [84]

Расстояние от торца, мм									Примечание
1,5	3	6	9	21	27	36	45	60	
66	65,5	65	63,5	47	40,5	38,5	35,5	35	Твердость HRC ₉

Сталь 90ХФ

Заменитель — стали: 9Х1, 9Х2.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лента ГОСТ 2283—79. Полоса ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 7831—78. Валки ОСТ 24.013.04—83, ОСТ 24.013.20—85, ОСТ 24.013.21—85.

Назначение — рамные, ленточные, круглые пилы, ножи для холодной резки металла, обрезающие матрицы и пуансоны холодной обрезки заусенцев, кернеры. Рабочие и опорные валки для холодной прокатки металла. Рабочие валки рельсобалочных, крупносортовых и проволочных обжимных и сортовых станков для горячей прокатки металла, подвергающиеся интенсивному износу и работающие в условиях минимальных или умеренных ударных нагрузок. Рабочие валки, опорные валки и бандажные составных опорных валков листовых, обжимных и сортовых станков для горячей прокатки металла.

Температура критических точек, °С: 700 — Ас₁; 215 — Мн.

Химический состав, %

C	Mn	Si	V	Cr	S	P	Ni	Cu
					не более			
ГОСТ 5950—73								
0,80— 0,90	0,30— 0,60	0,15— 0,35	0,15— 0,30	0,40— 0,70	0,030	0,030	0,35	0,30
ОСТ 24.013.20—85								
0,85— 0,95	0,20— 0,70	0,20— 0,50	0,10— 0,25	1,40— 1,70	0,030	0,030	0,50	

Твердость стали после термообработки

Состояние поставки	Сечение, мм	Твердость
ГОСТ 5950—73		
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные	—	До HB 241
Закалка 850—880 °С, масло	Образцы	Св. HRC ₉ 61
Закалка 820—840 °С, вода		

Состояние поставки	Сечение, мм	Твердость

ОСТ 24.013.20—85

Бочки рабочих валков (после индукционной термообработки):		
дрессировочных и чистовых клетей станов холодной прокатки, тип 1	До 400	HSD 95—105
клетей станов холодной прокатки, тип 2	До 400	HSD 90—96
станов теплой прокатки, тип 3	До 400	HSD 75—90
Бочки или бандажные опорных валков (после термообработки):		
с повышенными требованиями по твердости,	До 1600	HSD 70—85
тип 4		
тип 5		HSD 45—69
Шейки рабочих и опорных валков	—	HSD 30—55

ОСТ 24.013.21—85

Бочки валков рельсобалочного и сортового станов:		
Нормализация. Отпуск	До 950	HB 241—285
Закалка. Отпуск	До 500	HB 352—429

ОСТ 24.013.04—83

Бочки валков листовых станов для горячей прокатки. Валки:		
рабочие		
Нормализация. Отпуск	До 1000	HSD 35—55
Закалка. Отпуск		HSD 45—60
опорные		
Нормализация. Отпуск	До 1600	HSD 35—60
Закалка. Отпуск		HSD 45—75
Шейки рабочих и опорных валков. Нормализация. Отпуск	—	HSD 30—60
Бочки опорных составных валков. Нормализация. Отпуск	До 1600	HSD 60—85

ГОСТ 2283—79

Лента холоднокатаная отожженная	0,1—4,0	—

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [99]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			
Нормализация 870 °С. Отпуск 650 °С						
20	670	990	19	55	45	31
580	325	390	31	81	81	—
600	265	320	32	73	72	—

Механические свойства в зависимости от сечения [99]

Место вырезки образца	Направ- ление вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		

Бочка опорного вала диаметром 1500 мм

К 2/3R 1/3R	Пр	405—445	860—870	17—18	30—33	15
		340—350	810	13—14	19—21	10—14
		320—330	800—810	18	25—30	15—18
К 2/3R 1/3R	Т	470—490	920	14	12—20	10
		305—320	770—780	15—18	13—22	14—19
		370—380	860	9—14	10—19	10

Шейка прибыльной стороны опорного вала диаметром 450 мм

К 1/3R Ц	Пр	500—510	980	14	23—24	9—15
		490—510	960	9—13	11	10—15
		480—520	930—970	12	18—20	12—16
К 1/3R П	Т	500—540	970—980	7—9	7—10	12—14
		500	940—950	6—7	7—8	10—12
		465—485	900—920	4—5	5	8—12

Шейка донной стороны опорного вала

К 1/3R	Пр	490	940	16	31	20
		485	950	16	24	14
К 1/3R	Т	490	930	6	7	13
		455	880	5	5	3

Режим термообработки. Изотермический отжиг 950—960 °С, выдержка 20 ч, охлаждение с печью до 350—400 °С, отпуск 700 °С, выдержка 40 ч, охлаждение со скоростью 20 град/ч. Нормализация 850—870 °С, выдержка 10 ч, охлаждение на воздухе до 500 °С, далее с печью до 300—500 °С, отпуск 580—620 °С, выдержка 40 ч, охлаждение с печью.

Предел выносливости [99]

σ_{-1} , МПа	n	Состояние стали
304	10 ⁷	Образцы гладкие. Нормализация 870 °С. Отпуск 600 °С

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1150, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—350 мм — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии при НВ 187—196 и $\sigma_B = 680$ МПа, $K_{в.тв.спл} = 0,9$, $K_{в.ст} = 0,6$.
 Склонность к отпускной хрупкости — склонна.
 Флоконочувствительность — повышена. Очувствительна.

Прокаливаемость

Термообработка	HRC ₃	Расстояние от охлаждаемого торца, мм	Критический диаметр, мм	
			в воде	в масле
Закалка	60	21	15—20	5—8
	56	24		

Сталь 9Х2МФ

Вид поставки — валки ОСТ 24.013.20—85, ОСТ 24.013.04—83.

Назначение — рабочие валки для станов холодной прокатки металлов при особо тяжелых условиях эксплуатации, рабочие валки проволочных обжимных и сортовых станов.

Температура критических точек, °С [81, 63]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _m)	Ag ₁	Mn
748	784	685	640	175

Химический состав, % (ОСТ 24.013.20—85)

C	Mn	Si	Cr	Mo	V	S	P	Ni
						не более		
0,85—0,95	0,20—0,70	0,25—0,50	1,70—2,10	0,20—0,30	0,10—0,20	0,030	0,030	0,50

Механические свойства

Состояние поставки	Сечение, мм	HSD

ОСТ 24.013.20—85

Бочки рабочих валков (после индукционной термообработки):		
дрессировочных и чистовых клетей станов холодной прокатки, тип 1	До 650	95—105
клетей станов холодной прокатки, тип 2	До 900	90—96
станов теплой прокатки, тип 3	До 900	75—90
Шейки рабочих валков	—	30—55

Состояние поставки	Сечение, мм	HSD
ОСТ 24.013.04—83		
Бочки рабочих валков листовых станов для горячей прокатки. Нормализация. Отпуск	До 1000	35—55
Закалка. Отпуск	—	45—60
Шейки рабочих валков листовых станов для горячей прокатки. Нормализация. Отпуск	—	30—60
ОСТ 24.013.21—85		
Бочки валков рельсобалочного и сортового станов. Нормализация. Отпуск	До 950	HB 352—429
Закалка 950 °С. Отпуск [63];	—	
150 °С	—	HRC ₉ 60
250 °С	—	HRC ₉ 59
350 °С	—	HRC ₉ 58
400 °С	—	HRC ₉ 55
500 °С	—	HRC ₉ 50
600 °С	—	HRC ₉ 45

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 800. Заготовки сечением до 300 мм охлаждаются в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в оложженном состоянии при HB 170—207 и $\sigma_b = 610$ МПа, $K_{\text{в тв. слд}} = 0,85$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,80$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [84]

Расстояние от торца, мм										Примечание
3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	
68	66	63	51,5	44	41,5	39,5	39,5	37,5	36,5	Твердость HRC ₉

Сталь 75ХМ

Заменитель — сталь 9Х2.

Вид поставки — валки ОСТ 24.013.04—83, ОСТ 24.013.20—85.

Назначение — рабочие и опорные валки листовых станов для горячей прокатки черных металлов, опорные валки двух- и четырехвалковых клетей листовых станов для холодной прокатки металлов.

Химический состав, % (ОСТ 24.013.20—85)

С	Mn	Si	Cr	Mo	S	P	Ni
					не более		
0,70—0,80	0,20—0,70	0,20—0,60	1,40—1,70	0,20—0,30	0,030	0,030	0,50

Механические свойства

Состояние поставки	Сечение, мм	HSD

ОСТ 24.013.20—85

Бочки или бандажы опорных валков (после термобработки): с повышенными требованиями по твердости, тип 4 тип 5	До 1600	70—85 45—69
Шейки опорных валков	—	30—55

ОСТ 24.013.04—83

Бочки рабочих валков листовых станов для горячей прокатки. Нормализация, Отпуск	До 1000	35—55
Закалка, Отпуск	—	45—60
Шейки рабочих (или опорных) валков листовых станов для горячей прокатки. Нормализация, Отпуск	—	30—60
Бочки опорных валков листовых станов для горячей прокатки. Нормализация, Отпуск	До 1600	35—60
Закалка, Отпуск	—	45—75

Механические свойства в зависимости от сечения [134]

Сечение, мм	Место вырезки образца	Направ- ление образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
			МПа		%			

*Нормализация 950 °С. Нормализация 820 °С. Отпуск 500 °С,
выдержка 4 ч, воздух*

500	К 1/2R Ц	Пр	420	750	22	46	57	207
			430		19	41	24	199
			410		21	34	17	199
500	К 1/2R Ц	П	450	770	19	36	31	207
			375	740	21	31	15	197
			365	740	9	9	22	211
700	К 1/3R Ц	Пр	650	1060	13	20	22	285
			660	1040	10	13	20	285
			—	590	—	—	4	313

Сечение, мм	Место вырезки образца	Направ- ление образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
			МПа		%			
700	К 1/2R Ц	П	425	840	16	21	24	229
			440	790	6	6	24	229
			—	—	—	—	19	229

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, сечения 101—350 мм — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в нормализованном состоянии. $K_{\text{в тв. спл}} = 0,90$, $K_{\text{т б. ст}} = 0,60$

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Сталь 75ХСМФ

Заменитель — сталь 9Х1.

Вид поставки — валки ОСТ 24.013.20—85.

Назначение — рабочие валки листовых станов для холодной прокатки металлов.

Температура критических точек, °С [32]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	Мн
775	815	745	717	300

Химический состав, % (ОСТ 24.013.20—85)

С	Si	Cr	Mo	V	Mn	S	P	Ni
					не более			
0,72— 0,80	0,80—1,20	1,20—1,50	0,20—0,30	0,10—0,20	0,30	0,030	0,030	0,50

Механические свойства

Состояние поставки	Сечение, мм	HSD
Бочки рабочих валков (после индукционной термо- обработки):	До 650	95—105
дрессировочных и чистовых клетей станов холод- ной прокатки, тип 1		90—96
клетей станов холодной прокатки, тип 2		75—90
станов теплой прокатки, тип 3		30—55
Шейки рабочих валков	—	

Механические свойства поковок в зависимости от сечения [32]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Изотермический отпуск при 850 °С, 15 ч. Отпуск при 740 °С, 10 ч						
235	420	750	24	45	57	—
250	—	730	26	56	71—73	207
Отжиг 780—800 °С, 6 ч. Закалка от 870—890 °С, охлаждение в масле. Отпуск 700—720 °С, 7 ч						
400	—	—	—	—	—	240—275

Технологические свойства [32]

Температураковки, °С: начала 1150, конца 850.

Прокаливаемость

Расстояние от горца, мм							Примечание
1,5	10	20	30	40	50	55	
67,5	67	66	65	63,5	61	61	Закалка 900 °С Твердость HRC ₉

Сталь 60ХСМФ

Вид поставки — валки ОСТ 24.013.20—85.

Назначение — рабочие валки двух- и четырехвалковых клетей листовых станов для холодной прокатки металлов.

Химический состав, % (ОСТ 24.013.20—85)

С	Si	Mn	Cr	Mo	V	S	P	Ni
						не более		
0,55— 0,65	1,05— 1,30	0,40— 0,70	1,40— 1,80	0,40— 0,60	0,15— 0,25	0,030	0,030	0,50

Твердость стали после термообработки

Состояние поставки	Сечение, мм	HSD
Бочки рабочих валков (после индукционной термообработки): дрессировочных и чистовых клетей станов холодной прокатки, тип 1 станов холодной прокатки, тип 2 станов теплой прокатки, тип 3	До 650	95—105
	До 900	90—96
		75—90

Состояние поставки	Сечение, мм	HSD
Бочки или бандажи опорных валков (после термо-обработки): с повышенными требованиями по твердости, тип 4 тип 5	До 1600	70—85 45—69
Шейки рабочих и опорных валков	—	30—55

Механические свойства заготовки после изотермического отжига [141]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
80	470	940	17	37	27

Механические свойства заготовок сечением 80 мм в зависимости от температуры отпуска [141]

Температура отпуска, °С	σ_B МПа	КСУ, Дж/см ²
<i>Закалка, отпуск</i>		
180	1470	6
240	1270	11
315	1470	9
350	1860	13

Технологические свойства [141]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 800.

Сталь 60Х2СМФ

Вид поставки — валки ОСТ 24 013.20—85.

Назначение — рабочие валки двух- и четырехвалковых клетей листовых станов для холодной прокатки металлов.

Химический состав, % (ОСТ 24.013.20—85)

С	Si	Mn	Cr	Mo	V	S	P	Ni
						не более		
0,57— 0,65	1,05— 1,30	0,20— 0,70	1,80— 2,10	0,25— 0,35	0,10— 0,25	0,030	0,030	0,50

Твердость рабочих валков сечением 400—650 мм после термообработки

Состояние поставки	HSD
ОСТ 24.013.20—85	
Бочки рабочих валков: дрессировочных и чистовых клетей станов холодной прокатки, тип 1	95—105
клетей станов холодной прокатки, тип 2	90—96
станов теплой прокатки, тип 3	75—90
Шейки рабочих валков	30—55

Механические свойства заготовок сечением 80 мм после термообработки [141]

Состояние поставки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Изотермический отжиг	460	910	19	42	35
Закалка. Отпуск	—	1670	—	—	7
	—	1620	—	—	14

Сталь 55Х

Вид поставки — валки ОСТ 24.013.20—85, ОСТ 24.013.21—85, ОСТ 24.013.04—83 Поковки ГОСТ 8479—70

Назначение — оси составных опорных валков для холодной прокатки металлов Рабочие валки блюмингов, слябингов, заготовочных, рельсобалочных, крупносортовых, среднесортных и мелкосортных станов и рабочие валки листовых станов для горячей прокатки металлов Редукторные валы, шестерни и другие нагруженные детали, подвергающиеся истиранию, но работающие без значительных ударных нагрузок.

Химический состав, % (ОСТ 24.013.20—85)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni
				не более		
0,50—0,60	0,17—0,37	0,35—0,65	1,0—1,3	0,040	0,040	0,50

Механические свойства поковок (ГОСТ 8479—70)

Состояние поставки		Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
				МПа		%			
				не менее					
Поковки.	Закалка	До 100	490	490	655	16	45	59	212—248
Отпуск									

Твердость стали после термообработки

ОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	НВ
24.013.20—85	Оси составных опорных валков. Объемная термическая обработка	—	220—280
24.013.21—85	Бочки валков обжимных и сортовых станов для горячей прокатки Нормализация. Отпуск Закалка Отпуск	До 1500 До 500	223—277 255—293
24.013.04—83	Бочки рабочих валков листовых станов для горячей прокатки Нормализация. Отпуск Закалка. Отпуск	До 1000 До 500	223—277 255—293

Механические свойства поковок в зависимости от сечения [81, 142, 9]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Закалка 820—840 °С, масло. Отпуск 560—630 °С, печь или воздух

100	640	840	12	40	—	255—322
101—300	540	780	10	35	—	240—302
301—500	490	730	8	30	—	240—300

Нормализация 840—860 °С, воздух. Отпуск 580—630 °С, воздух или печь

301—500	340	640	8	30	—	210—240

*Температураковки 1210 °С, выдержка 10 ч. Изотермический отжиг.
Нормализация. Высокий отпуск*

480	380	780	13	22	21	—
670	—	760	—	—	—	—
960	340	750	9	15	18	—

Механические свойства при повышенных температурах [84]

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_5	ψ
		%	

Температура перегрева 1220 °С, выдержка 15 мин.

Скорость перемещения захватов испытательной машины 150 мм/мин

700	190	52	65
800	115	56	80
900	78	83	99
1000	54	89	100
1100	40	99	100
1220	27	—	100

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1220, конца 800. Сечения до 200 мм охлаждаются на воздухе, 200—300 мм — в яме.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС, необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС, необходима последующая термообработка.

Обработываемость резанием — в нормализованном состоянии при НВ 217—229 $\sigma_B = 720$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,8$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,6$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Сталь 60ХН

Вид поставки — валки ОСТ 24.013.04—83, ОСТ 24.013.21—85.

Назначение — рабочие валки блюмингов, слябингов, заготовочных, рельсобалочных и крупносортовых станов, рабочие опорные валки листовых станов для горячей прокатки металлов.

Температура критических точек, °С [59]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	M_n
730	775	570	480	207

Химический состав, % (ОСТ 24.013.04—83)

С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
					не более	
0,55—0,65	0,17—0,37	0,50—0,80	0,60—0,90	1,00—1,50	0,04	0,04

Механические свойства

ОСТ	Состояние поставки	Сечение, мм	НВ
24.013.04—83	Бочки валков листовых станов для горячей прокатки: рабочих	До 1200	229—285
	Нормализация. Отпуск	До 500	255—302
	Закалка. Отпуск опорных	До 1600	229—285
24.013.21—85	Бочки валков обжимных и сортовых станов для горячей прокатки	До 1500	229—285
	Нормализация. Отпуск	До 500	255—302
	Закалка. Отпуск		

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_5	ψ
		%	

Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, деформированный.
Скорость деформирования 5 мм/мин. Скорость деформации 0,002 1/с

700	94	40	100
800	77	40	100
900	55	—	100
1000	38	40	100
1100	27	38	100
1200	23	39	100

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [59]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Закалка 840—860 °С. Выдержка при отпуске 4 ч						
460—500	1090—1210	1250—1350	12—14	33—36	28—40	363—388
520—580	940—1090	1250—1350	12—15	36—39	43—73	321—352
600—640	750—920	960—1050	17—22	41—51	70—107	288—311

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [55, 59]

Температура, °С				Режимы термообработки
+20	—20	—40	—60	
125	112	92	—	Закалка 870 °С, отпуск 650 °С, масло
83	73	60	56	Закалка. Отпуск 580 °С, выдержка 30 ч, охлаждение в воде

Механические свойства в зависимости от сечения

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			

Покówki. Нормализация 860 °С. Отпуск 600 °С [20]

200	К	680—700	1030—1050	12—16	23—30	—	269—285
	1/2R	690	1050	15	27	—	269
	Ц	660—690	1040	13—15	32—36	—	255—285

Валки. Нормализация 840 °С. Отпуск 650 °С

600	К	390—560	710—860	16—20	30—52	34—59	207—248
	1/2R	390—540	710—950	16—21	28—51	15—59	207—248
	Ц	450	840	15	23	16	241

Режим, совмещающий предварительную противоблоковую и окончательную термообработку: загрузка при 600—650 °С, охлаждение с печи до 300—320 °С, выдержка 2 ч/100 мм, нагрев с печи до 950 °С, выдержка 0,5 ч, охлаждение до 840—860 °С, выдержка 0,5 ч/100 мм. Охлаждение на воздухе до 400 °С, далее с печи до 200—250 °С, выдержка 2 ч/100 мм. Нагрев с печи до 710 °С, выдержка 0,5 ч, затем охлаждение до 590—610 °С, выдержка на первоначальной стадии 1,5 ч/100 мм, на конечной стадии 6 ч/100 мм, затем охлаждение со скоростью 30 град/ч до 400 °С, затем 15 град/ч до 150 °С (образцы тангенциальные)

500	К	470	890	11	17	15	241
	1/3R	465	810	9	23	—	241
	1/2R	460	920	6	10	15	255
	Ц	550	920	5	6	—	255
800	К	510	860	14	30	20	241
	1/3R	470	830	16	19	20	229
	1/2R	445	790	8	11	20	217
	Ц	420	780	10	15	20	207
1000	К	450	880	14	36	20	241
	1/3R	520	880	12	23	20	255
	1/2R	420	840	10	10	20	241
	Ц	400	760	9	12	15	217

Предел выносливости: $\sigma_{-1} = 392$ МПа при $\sigma_{0,2} = 520$ МПа, $\sigma_B = 920$ МПа.

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800. Сечения до 250 мм охлаждаются на воздухе, 251—350 мм — в яме.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обработываемость резанием — в нормализованном и отпущенном состоянии при НВ 197—229 и $\sigma_B = 690—830$ МПа $K_{\text{с т в. спл}} = 0,80$, $K_{\text{с т в. ст}} = 0,72$ [101]

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [57]

Термообработка	Твердость HRC _с	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
Закалка 850 °С, вода	49	57

Сталь 45ХНМ

Заменитель — сталь 40ХН2МА
Вид поставки — поковки ГОСТ 8479—70. Валки ОСТ 24.013.04—83.
Назначение — оси составных опорных валков листовых станов для горячей прокатки металлов, шестеренные валы и другие
Температура критических точек, °С: Ас₁—750, Ас₃ (Ас_м) — 780.

Химический состав, % (ОСТ 24.013.04—83)

С	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P
						не более	
0,40—0,50	0,17—0,37	0,50—0,80	1,30—1,70	1,20—1,60	0,10—0,30	0,040	0,040

Механические свойства поковки (ГОСТ 8479—70)

Термообработка	Сечение мм	КП	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	КСУ Дж/см²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
Нормализация	100—300	440	440	635	14	40	54	197—235
Закалка. Отпуск	300—500		440	635	13	35	49	197—235
Нормализация	500—800	440	440	635	11	30	39	197—235
	100—300	490	490	655	13	40	54	212—248
Закалка. Отпуск	300—500	490	490	655	12	35	49	212—248
	500—800	540	540	685	10	30	39	223—262
	100—300	590	590	735	13	40	49	235—277
	300—500		590	735	12	35	44	235—277
	500—800		590	735	10	30	39	235—277
	300—500	685	685	835	11	33	39	262—311
	500—800		685	835	11	33	39	262—311
	300—500	685	685	835	11	33	39	262—311

Механические свойства поковок в зависимости от сечения [20, 83]

Сечение, мм	Место вырезки образцов	$\sigma_{0,2}$	σ_s	σ_s	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
Нормализация 860 °С, воздух Отпуск 600 °С, печь							
200	К	900—970	1010—1100	6—14	12—47	31—39	302—321
	1/2R	950	1050	12	35	5—31	302
	Ц	920	1040	6	10	3—17	302—341
Закалка 840—870 °С, масло Отпуск 580—650 °С, печь							
801—1200	1/3R	490	640	12	28	29	187—241

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием. В закаленном и отпущенном состоянии при НВ 97—269 и $\sigma_B = 690$ МПа, $K_{B\text{тв}} \text{ слл} = 0,9$, $K_{ГБ \text{ слл}} = 0,7$.

Флокеночувствительность — сильночувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Прокаливаемость [20]

Расстояние от торца, мм								Примечание
1	2	3	6	9	12	15	18	
39,5	40	40	40,5	40,5	40,5	40	39,5	Закалка 900 °С, воздух Твердость HRC ₂

Сталь 7Х2СМФ

Вид поставки — валки ОСТ 24 013.20—85.

Назначение — рабочие валки кованные для холодной прокатки металлов.

Температура критических точек, °С [58]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _{сm})	Ar ₁	Mn
780	835	700	625	180

Химический состав, % (ОСТ 24.013.20—85)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Mo	V
				не более				
0,70— 0,80	0,70— 1,00	0,60— 1,00	1,70— 2,20	0,030	0,030	0,50	0,35— 0,60	0,15— 0,30

Механические свойства в сечении до 650 мм

Состояние поставки	НД
ОСТ 24.013.20—85 Бочки рабочих валков клетей станов холодной прокатки после индукционной термообработки: тип 1 тип 2	95—105 90—96
Бочки рабочих валков станов теплой прокатки после индукционной термообработки, тип 3	75—90
Шейки рабочих валков	35—55

Технологические свойства [58]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 800.

Прокаливаемость [58]

Термообработка	Твердость HRC ₅	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
Закалка 900 °С	63—64	100

Сталь 60ХГ

Заменитель — сталь 55Х.

Вид поставки — валки ОСТ 24.013.21—85.

Назначение — рабочие валки штрипсовых и мелкосортных станов для горячей прокатки металлов.

Температура критических точек, °С [55]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Mn
750	800	250

Химический состав, % (ОСТ 24.013.21—85)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
				не более		
0,55—0,65	0,17—0,37	0,80—1,00	1,00—1,30	0,40	0,040	0,040

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	НВ (HRC _Э)
ОСТ 24.013.21—85	Бочки валков рельсобалочного и сортового станов Нормализация. Отпуск Закалка. Отпуск	До 950 До 500	229—285 255—302
[81]	Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ, низкий отпуск, охлаждение: водой эмульсией	— —	Поверхности (51—63) Поверхности (42—57)

Механические свойства валков при различных режимах термообработки [58]

Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			

Валки диаметром до 600 мм. Посадка в печь при 650 °С, выдержка 4 ч, нагрев 100 град/ч до 820—860 °С, выдержка 4 ч, охлаждение на воздухе до 400 °С, затем с печью до 360 °С, выдержка 10 ч, нагрев 100 град/ч до 630—660 °С, выдержка 50 ч, охлаждение 40 град/ч до 400 °С, затем с 15 град/ч до 120 °С, выдержка 4 ч, воздух

К	440—550	800—910	15—20	36—41	27—44	229—255
1/2R	460—520	810—900	15—18	30—38	24—39	229—255
1/3R	510—550	860—910	15—17	32—36	27—29	241—255
Ц	430—540	810—920	12—18	28—36	24—34	229—255

Валки диаметром св. 600 мм. Посадка в печь при 630—660 °С, выдержка 8 ч, охлаждение на воздухе до 330—360 °С, нагрев с 100 град/ч до 820—860 °С, выдержка 4 ч, охлаждение на воздухе до 330—360 °С, выдержка 6 ч, нагрев с 100 град/ч до 630—660 °С, выдержка 40—50 ч

К	390—580	710—940	14—20	28—52	18—59	207—255
1/2R	390—580	710—950	14—21	28—51	15—59	207—269
Ц	450	840	15	23	16	241

Ударная вязкость при отрицательных температурах КСУ, Дж/см² [55]

Температура, °С			Термообработка
+20	—20	—40	
88	38	38	Закалка 870 °С, масло. Отпуск 650 °С, масло

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1220, конца 800. Сечения до 200 мм охлаждаются в яме. 201—800 мм подвергаются отжигу с перекристаллизацией и одним переохлаждением.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в нормализованном и отпущенном состоянии при HB 235—285 и $\sigma_B = 670$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,9$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,75$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Прокаливаемость [69]

Количество мартенсита, %	Критическая твердость HRC ₅	Критический диаметр, мм	
		в воде	в масле
50	52—54	60—102	34—68
95	61—64	23—66	6—40

Сталь 90ХМФ

Вид поставки — валки ОСТ 24.013.04—83.

Назначение — опорные валки всех размеров и бандажи составных опорных валков листовых станов для горячей прокатки металлов.

Химический состав, % (ОСТ 24.013.04—83)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Mo	V
				не более				
0,80— 0,90	0,20— 0,40	0,20— 0,70	1,40— 1,70	0,040	0,040	0,30	0,20— 0,30	0,10— 0,20

Механические свойства в сечениях до 1600 мм (ОСТ 24.013.04—83)

Состояние поставки	HSD
Бочки опорных валков листовых станов для горячей прокатки Нормализация. Отпуск	35—60
Закалка. Отпуск	45—75
Шейки опорных валков листовых станов для горячей прокатки. Нормализация. Отпуск	30—60
Бочки опорных составных валков листовых станов для горячей прокатки. Нормализация. Отпуск	60—85

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

*Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм вырезан из поковки валка
в тангенциальном направлении. Скорость деформирования 16 мм/мин.
Скорость деформации 0,009 1/с*

800	125	160	35	92
900	92	110	51	98
1000	49	64	71	100
1100	26	37	82	100
1180	20	27	83	100

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 800.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обработываемость резанием — в отожженном состоянии при HB 170—207
и $\sigma_B = 610$ МПа, $K_{0,2}$ тв. спл = 0,85, $K_{0,2}$ б. ст = 0,80.

Склонность к отпусчной хрупкости — не склонна.

Флокеночувствительность — чувствительна.

Сталь 75ХМФ

Заменитель — стали: 75ХМ, 9ХФ.

Вид поставки — валки ОСТ 24.013.04—83, ОСТ 24.013.20—85,
ОСТ 24.013.21—85.

Назначение — рабочие и опорные кованые валки листовых станов для горя-
чей прокатки черных металлов.

Температура критических точек, °С — A_{c1} —760÷790.

Химический состав, % (ОСТ 24.013.04—83)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Mo	V
				не более				
0,70— 0,80	0,20— 0,60	0,20— 0,70	1,40— 1,70	0,040	0,040	0,30	0,10— 0,30	0,05— 0,25

Механические свойства

ОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	HSD (HB)
20.013.04—83	Бочки опорных валков листовых станов для горячей прокатки Нормализация. Отпуск Закалка. Отпуск Шейка опорных валков листовых станов для горячей прокатки. Нор- мализация. Отпуск	До 1600 До 1600 —	35—60 45—75 30—60

ОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	HSD (HB)
24.013.20—85	Бандажи опорных валков после термообработки: с повышенными требованиями по твердости, тип 4 тип 5	До 1600 До 1600	70—85 45—69
24.013.21—85	Бочки валков рельсобалочного и сортового станов Нормализация. Отпуск Закалка. Отпуск	950 500	(241—285) (352—429)

Технологические свойства

Температура ковки, °C: начала 1200, конца 800.

Свариваемость — трудносвариваемая.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Прокаливаемость

Твердость HRC ₂	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
62—64 41,5	25—30 60

СТАЛЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ БЫСТРОРЕЖУЩАЯ

Сталь P6M5K5

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 19265—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 19265—73, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 19265—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 19265—73, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 19265—73, ГОСТ 1133—71.

Назначение — для обработки высокопрочных нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов в условиях повышенного разогрева режущей кромки.

Температура критических точек, °C [112]

A _{c1}	A _{c3} (A _{cm})	A _{г3} (A _{гcm})	A _{г1}
840	875	805	765

Химический состав, % (ГОСТ 19265—73)

C	Si	Mn	Cr	W	V	Co	Mo	Ni	S	P
	не более							не более		
0,84— 0,92	0,50	0,50	3,80— 4,30	5,70— 6,70	1,70— 2,10	4,70— 5,20	4,80— 5,30	0,40	0,030	0,030

Твердость (ГОСТ 19265—73)

Состояние поставки, режим термообработки	HRC ₃ (HB)
Прутки и полосы отожженные	До (269)
Образцы. Закалка 1230 °С, масло. Отпуск (2-х или 3-х кратный) 550 °С, 1 ч	Св. 65

Механические свойства стали в состоянии поставки (после отжига) при 20 °С (ГСССД 9—79)

σ _{0,05}	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	σ _{сж0,2}	σ _{сж}	ε, %	τ _к , МПа	ν, %	KCU, Дж/см ²
МПа			%		МПа					
240 (5)	510 (20)	850 (30)	12 (1)	14 (1)	520 (13)	2720 (80)	54 (1,5)	590 (18)	60 (1,4)	18 (1)

Механические свойства стали в состоянии поставки (после отжига) при повышенных температурах (ГСССД 9—79)

Температу- ра испыта- ния, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	$\sigma_{сж}$	τ_K	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%		МПа			
200	500 (50)	870 (60)	10 (2)	11 (2)	1100 (50)	570 (30)	—	258 (6)
400	470 (50)	770 (60)	12 (2)	11 (2)	950 (50)	500 (30)	—	240 (6)
600	330 (40)	620 (50)	28 (3)	48 (5)	730 (40)	340 (20)	—	165 (6)
800	130 (20)	270 (20)	55 (4)	60 (5)	130 (20)	120 (20)	—	38 (4)
1000	110 (20)	130 (20)	57 (4)	50 (5)	100 (20)	60 (10)	140 (15)	26 (4)
1100	—	—	—	—	—	—	170 (15)	—
1200	40 (10)	40 (10)	8 (2)	15 (2)	70 (10)	40 (10)	75 (10)	5 (1)

Механические свойства стали в состоянии поставки при 20 °С (ГСССД 9—79)

$\sigma_{0,05}$	σ_B	$\sigma_{сж0,2}$	$\sigma_{сж}$	τ_K	$\sigma_{изг}$	КСУ, Дж/см²
МПа						
2340	2050	3100	3750	1820	3000	25

Механические свойства стали в термообработанном состоянии при повышенных температурах (ГСССД 9—79)

Температура испытания, °С	$\sigma_{изг}$, МПа	НВ	НRC ₉
200	3820	833	64
400	3980	769	62
500	3040	726	61
550	2980	686	59
600	2790	626	57
650	2500	528	52

Твердость стали в зависимости от температуры отпуска [112]

Температура отпуска, °С	НRC ₉
<i>Закалка 1220 °С, масло. Отпуск трехкратный по 1 ч</i>	
500	67
540	68
580	67
620	63
660	57

Технологические свойства [112]

Температураковки, °С: начала 1160, конца 850.
Охлаждение в коловцах при 750—780 °С.

Красностойкость (ГОСТ 19265—73)

Температура, °С	Время, ч	НRC ₉
630	4	59

Шлифуемость — хорошая (ГОСТ 19265—73).

Сталь Р9

Заменитель — сталь Р18.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 19265—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 19265—73, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 19265—73, ГОСТ 14955—77. Лист толстый ТУ 14-1-1408—75. Лист тонкий ТУ 14-1-1408—75, ТУ 14-1-1706—76. Лента ГОСТ 2283—79. Полоса ГОСТ 19265—73, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 19265—73, ГОСТ 1133—71.

Назначение — для изготовления инструментов простой формы, не требующих большого объема шлифовки, для обработки обычных конструкционных материалов.

Температура критических точек, °С [112]

Ae_1	Ae_2 (A_{cm})	Ag_2 (A_{cm})	Ag_1	Мн [821]
820	870	780	740	180

Химический состав, % (ГОСТ 19265—73)

C	Si	Mn	Cr	W	V	Mo	Ni	S	P	Co
	не более					не более				
0,85— 0,95	0,50	0,50	3,80— 4,40	8,50— 9,50	2,30— 2,70	1,0	0,40	0,03	0,03	0,50

**Механические свойства стали в состоянии поставки
(после отжига) при 20 °С (ГСССД 9—79)**

$\sigma_{0,01}$	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	$\sigma_{сж0,2}$	$\sigma_{сж}$	ε , %	τ_K , МПа	ν , %	КСУ, Дж/см ²
МПа			%		МПа					
210 (5)	490 (20)	840 (30)	10 (1)	29 (2)	620 (13)	2500 (75)	56 (17)	560 (17)	60 (1,4)	26 (1)

**Механические свойства стали в термообработанном состоянии
при 20 °С (ГСССД 9—79)**

$\sigma_{0,05}$	σ_B	$\sigma_{сж0,2}$	$\sigma_{сж}$	τ_K	$\sigma_{изг}$	КСУ, Дж/см ²
МПа						
2200 (70)	2210 (110)	2870 (90)	3900 (120)	1960 (100)	3150 (200)	20 (2)

**Механические свойства стали в термообработанном состоянии
при повышенных температурах (ГСССД 9—79)**

Температура испытания, °С	$\sigma_{изг}$, МПа	НВ	HRС ₉
200	3630 (180)	769 (10)	62
400	3870 (140)	712 (10)	60
500	3380 (160)	673 (10)	59
550	2800 (140)	605 (10)	56
600	2260 (120)	555 (10)	53
650	1520 (100)	459 (10)	48

**Механические свойства стали в состоянии поставки
(после отжига) при повышенных температурах (ГСССД 9—79)**

Температура, испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	$\sigma_{СЖ}$	τ_K	КСУ, Дж/см²	НВ
	МПа		%		МПа			
200	450 (50)	830 (80)	13 (2)	22 (4)	1050 (50)	520 (30)	—	227 (6)
400	420 (40)	700 (70)	15 (2)	22 (4)	850 (50)	450 (30)	—	210 (6)
600	360 (40)	480 (50)	31 (3)	55 (6)	620 (40)	300 (20)	—	140 (6)
800	110 (20)	200 (20)	60 (5)	70 (6)	100 (20)	100 (20)	—	30 (4)
1000	90 (20)	100 (20)	42 (4)	55 (6)	50 (10)	50 (10)	220 (20)	24 (4)
1100	—	—	—	—	—	—	240 (20)	—
1200	30 (10)	30 (10)	12 (3)	25 (5)	40 (10)	40 (10)	150 (15)	4 (1)

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [82]

Температура отпуска, °С	σ_B , МПа	КСУ, Дж/см ²	HRC ₂
<i>Закалка 1230 °С, масло. Отпуск трехкратный по 1 ч</i>			
200	1030	10	
300	1080	52	
400	1270	49	
500	1470	39	
540	—	—	66
580	—	—	64
600	1960	26	—
620	—	—	61
660	—	—	54

Технологические свойства [82]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 900. Охлаждение в колодцах при 750—800 °С.

Свариваемость — при стыковой электросварке со сталью 45 и 40Х хорошая.

Обрабатываемость резанием при НВ 205—255, K_v тв. спл = 0,8, K_v б. ст = 0,6.

Красностойкость (ГОСТ 19265—73) [82]

Температура, °С	Время ч	HRC ₂
580 620	4	63 59

Шлифуемость — пониженная (ГОСТ 19265—73).

Сталь Р9М4К8

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 19265—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 19285—73, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 19265—73, ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 19265—73, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 19265—73, ГОСТ 1133—71.

Назначение — для обработки высокопрочных нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов в условиях повышенного разогрева режущей кромки: зуборезный инструмент, фрезы, фасонные резцы, зенкеры, метчики.

Температура критических точек, °С [112]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
800	840	790	750

Химический состав, % (ГОСТ 19265—73)

C	Si	Mn	Cr	W	V	Co	Mo	Ni	S	P
	не более							не более		
1,0— 1,1	0,50	0,50	3,0— 3,6	8,5— 9,5	2,3— 2,7	7,5— 8,5	3,8— 4,3	0,40	0,030	0,030

Механические свойства стали в состоянии поставки (после отжига) при 20 °С (ГСССД 9—79)

$\sigma_{0,05}$	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	$\sigma_{сж0,2}$	$\sigma_{сж}$	ϵ , %	τ_K , МПа	ν , %	КСУ, Дж/см ²
МПа			%		МПа					
270 (5)	540 (20)	960 (40)	7 (1)	10 (1)	580 (15)	2840 (100)	52 (1,5)	600 (18)	71 (2,2)	8 (1)

Механические свойства стали в термообработанном состоянии при 20 °С (ГСССД 9—79)

$\sigma_{0,05}$	σ_B	$\sigma_{сж0,2}$	$\sigma_{сж}$	τ_K	$\sigma_{изг}$	КСУ, Дж/см ²
МПа						
2450 (70)	16 660 (90)	3160 (100)	3300 (100)	1460 (80)	2550 (250)	15 (1,5)

**Механические свойства стали в состоянии поставки (после отжига)
при повышенных температурах (ГСССД 9—79)**

Температура испытания °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	$\sigma_{сж}$	τ_K	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%		МПа			
200	500 (50)	870 (60)	10 (2)	11 (2)	1100 (50)	570 (30)	—	258 (6)
400	470 (50)	770 (60)	12 (2)	11 (2)	950 (50)	500 (30)	—	240 (6)
600	330 (40)	620 (50)	28 (3)	48 (5)	730 (40)	340 (20)	—	165 (6)
800	130 (20)	270 (20)	55 (4)	60 (6)	130 (20)	120 (20)	—	38 (4)
1000	110 (20)	130 (20)	57 (4)	50 (5)	100 (20)	60 (10)	100 (10)	26 (4)
1100	—	—	—	—	—	—	140 (15)	—
1200	40 (10)	40 (10)	8 (2)	15 (2)	70 (10)	40 (10)	35 (5)	5 (1)

**Механические свойства стали в термообработанном состоянии
при повышенных температурах (ГСССД 9—79)**

Температура испытания, °С	$\sigma_{изг}$, МПа	НВ	HRC ₃
200	3730 (180)	868 (10)	65 (1)
400	3960 (160)	833 (10)	64 (1)
500	2600 (150)	769 (10)	62 (1)
550	2500 (140)	740 (10)	61 (1)
600	2400 (140)	698 (10)	59 (1)
650	2320 (110)	565 (10)	54 (1)

**Твердость и ударная вязкость стали в зависимости от температуры
отпуска [112]**

Температура отпуска, °С	HRC ₃	КСУ, Дж/см ²	Температура отпуска, °С	HRC ₃	КСУ, Дж/см ²
<i>Закалка 1220 °С, масло. Отпуск трехкратный по 1 ч</i>			<i>Закалка 1220 °С, масло</i>		
500	68	—	520	—	18
540	69	—	540	—	19
580	67	—	560	—	21
620	63	—	580	—	20
660	56	—			

Технологические свойства [27]

Температура ковки, °С: начала 1180, конца 880, Охлаждение в колющем
при 750—800 °С.

Красностойкость (ГОСТ 19265—73)

Температура, °С	Время, ч	HRC ₃
630	4	59

Шлифуемость — пониженная (ГОСТ 19265—73).

Сталь Р18

Заменитель — сталь Р12

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 19265—73, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 19265—73, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 19265—73, ГОСТ 14955—77. Лист толстый ТУ 14-1-1408—75. Лист тонкий ТУ 14-1-1706—76, ТУ 14-1-1408—75. Полоса ГОСТ 19265—73, ГОСТ 4405—75. Проволока ТУ 14-1-1096—74. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 19265—73, ГОСТ 1133—71.

Назначение — резцы, сверла, фрезы, резьбовые фрезы, долбяки, развертки, венкеры, метчики, протяжки для обработки конструкционных сталей с прочностью до 1000 МПа, от которых требуется сохранение режущих свойств при нагревании во время работы до 600 °С.

Температура критических точек °С [112]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁
820	860	770	725

Химический состав, % (ГОСТ 19265—73)

С	Si	Mn	Cr	W	V	Mo	Ni	S	P	Co
	не более					не более				
0,73— 0,83	0,50	0,50	3,80— 4,40	17,0— 18,5	1,00— 1,40	1,00	0,40	0,03	0,03	0,50

Механические свойства стали в состоянии поставки (после отжига) при 20 °С (ГСССД 9—79)

σ _{0,05}	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	σ _{сж0,2}	σ _{сж}	ε, %	τ _{к*} , МПа	ν, %	KCU, Дж/см²
МПа			%		МПа					
210 (5)	510 (20)	840 (30)	8 (1)	10 (1)	520 (13)	2600 (80)	50 (1,5)	560 (17)	50 (0,7)	19 (1)

**Механические свойства стали в термообработанном состоянии
(ГСССД 9—79)**

$\sigma_{0,05}$	σ_B	$\sigma_{сж0,2}$	$\sigma_{сж}$	τ_K	$\sigma_{изг}$	КСУ, Дж/см²
МПа						
2480 (70)	2150 (110)	3060 (90)	3820 (120)	1880 (100)	3000 (200)	30 (3)

**Механические свойства стали в состоянии поставки (после отжига)
при повышенных температурах (ГСССД 9—79)**

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	$\sigma_{сж}$	τ_K	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%		МПа			
200	450 (50)	830 (80)	13 (2)	22 (4)	1050 (50)	520 (30)	—	227 (6)
400	420 (40)	700 (70)	15 (2)	22 (4)	850 (50)	450 (30)	—	210 (6)
600	300 (40)	480 (50)	31 (3)	55 (6)	620 (20)	300 (20)	—	140 (6)
800	110 (20)	200 (20)	60 (5)	70 (6)	100 (20)	100 (20)	—	30 (4)
1000	90 (20)	100 (20)	42 (4)	55 (6)	50 (10)	50 (10)	100 (10)	24 (4)
1100	—	—	—	—	—	—	130 (15)	—
1200	30 (10)	30 (10)	12 (3)	25 (5)	40 (10)	40 (10)	45 (5)	4 (1)

**Механические свойства стали в термообработанном состоянии
при повышенных температурах (ГСССД 9—79)**

Температура испытания, °С	$\sigma_{изг}$, МПа	НВ	НRC
200	3570 (180)	815 (10)	64
400	3730 (180)	755 (10)	62
500	3290 (160)	712 (10)	60
550	3060 (150)	661 (10)	58
600	2430 (120)	615 (10)	56
650	2180 (110)	504 (10)	51

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [29]

Температура отпуска, °С	σ_B , МПа	КСУ, Дж/см ²	НRC ₉
<i>Закалка 1280 °С, масло, Отпуск трехкратный по 1 ч</i>			
400	1370	23	61
500	1470	19	63
550	2350	17	66
600	2210	—	65

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 900. Охлаждение в колодцах при 750—800 °С.

Свариваемость — хорошая при стыковой электросварке со сталями 45 и 40Х.

Обрабатываемость резанием при HB 212—228 $K_{\text{с тв. спл}} = 0,6$, $K_{\text{с б. ст}} = 0,3$.

Красностойкость (ГОСТ 19265—73)

Температура, °С	Время, ч	HRC ₂
620	4	59

Шлифуемость — повышенная (ГОСТ 19265—73).

РАЗДЕЛ 3

СТАЛИ И СПЛАВЫ КОРРОЗИОННО-СТОЙКИЕ, ЖАРОСТОЙКИЕ, ЖАРОПРОЧНЫЕ, ИЗНОСОСТОЙКИЕ

Сталь 40Х9С2

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — клапаны впуска и выпуска автомобильных, тракторных и дизельных двигателей, трубы рекуператоров, теплообменники, колосники, крепежные детали.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac ₂)	Ar ₃ (Ar _{cm})	Ar ₁
900	970	970	810

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ti	Cu	N
		не более		не более				
0,35—0,45	2,0—3,0	0,8	8,0—10,0	0,025	0,030	0,2	0,30	0,60

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
ГОСТ 5949—75	Прутки. Отжиг 850— 870 °С, воздух или без термообработки	60	440	740	15	35	—
ОСТ 24.4.135—77	Закалка 900—1100 °С, масло. Отпуск 500— 540 °С, воздух	—	690	880	25	59	70

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [169]

Температура отпуска, °С	σ_B , МПа	δ_5 , %	КСУ, Дж/см²	НВ
<i>Закалка 1050 °С, масло</i>				
300	2150	5	18	600
400	—	7	17	560
500	1470	11	16	410
600	1420	15	39	350
700	1280	18	69	300
800	1200	22	93	300

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0.2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Отжиг 850—870 °С

20	640	880	20	58
200	550	820	18	64
300	520	780	18	63
400	450	780	18	62
500	410	590	17	65
600	390	520	17	80
700	170	215	18	92
800	49	78	22	99

Образец диаметром 10 мм и длиной 50 мм, прокатанный и отожженный. Скорость деформирования 1,1 мм/мин, скорость деформации 0,0004 1/с

700	—	135	54	95
800	—	51	70	98
900	—	59	34	59
1000	—	45	29	45
1100	—	23	33	42
1200	—	16	71	74

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С
98	1/1 000 000	500
25	1/1 000 000	600

Технологические свойства [81, 104]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850. Сечения до 300 мм охлаждаются в печах.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Флокочувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Сталь 40X10C2M

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 18907—73. Калиброванный прутост ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 14955—69, ГОСТ 18907—73. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — клапаны авиадвигателей, автомобильных и тракторных дизельных двигателей, крепежные детали двигателей. Сталь жаростойкая и жаропрочная мартенситного класса обладает высокими механическими свойствами до 600 °С, однако при длительных выдержках при 500 °С и особенно при 600 °С ударная вязкость резко снижается до 150 кДж/м².

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
810	950	845	700

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Mo	S	P	Ti	Cu	Ni
		не более			не более				
0,35—0,45	1,9—2,6	0,8	9,0—10,5	0,7—0,9	0,025	0,030	0,2	0,30	0,6

Механические свойства прутков сечением 60 мм по ГОСТ 5949—75

Состояние поставки, режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Прутки. Закалка 1010—1050 °С, воздух или масло. Отпуск 720—780 °С, масло	735	930	10	35	20

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [82]

Температура отпуска, °С	σ_B , МПа:	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		%			

Закалка 950—1050 °С

200	1780	3	8	39	555
300	—	12	20	—	540
400	—	—	—	—	570
500	—	—	—	—	545
600	1400	22	68	—	400
700	850	50	—	58	250

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность, ч	Температура, °С
196 127	1/10 000 1/100 000	500	216 157	10 000 100 000	500
49 20	1/10 000 1/100 000	600	127 88	10 000 100 000	550

Механические свойства при повышенных температурах [77]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Закалка 1100 °С, масло. Отпуск 800 °С, вода

20	670	940	19	41	29
100	570	840	14	26	—
200	510	820	18	39	69
300	520	830	15	36	81
400	480	760	13	24	85
500	455	660	21	41	87
600	370	430	30	71	113
700	200	220	41	92	—

Закалка 1010—1050 °С, масло. Отпуск 750 °С, масло (кратковременные испытания)

20	—	930	10	35	—
600	—	390	18	85	—
700	—	160	27	96	—
800	—	59	30	98	—
900	—	34	48	98	—

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки [77]

Режим термообработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Темпера- тура, °С	Время, ч	МПа	%			
Закалка 1100 °С, масло. Отпуск 800 °С, 3 ч, вода	500	1000	670	930	16	33	17
		3000	660	900	17	42	29
		5000	670	910	14	25	16

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850. Сечения до 350 мм охлаждаются в ямах.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки РДС, необходимы подогрев и последующая термообработка.

Флокеочувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Сталь 08X13

Заменитель — стали: 12X13, 12X18H9T.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 18968—73, ГОСТ 19442—74. Калиброванный пруток ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73. Лист толстый ГОСТ 7350—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76, ГОСТ 18968—73. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 18968—73, ГОСТ 25054—81. Трубы ГОСТ 9941—81, ГОСТ 9940—81.

Назначение — детали с повышенной пластичностью, подвергающиеся ударным нагрузкам (клапаны гидравлических прессов, предметы домашнего обихода), а также изделия, подвергающиеся действию слабоагрессивных сред (атмосферные осадки, водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре и другие), лопатки паровых турбин, клапаны, болты и трубы. Сталь коррозионно-стойкая и жаростойкая ферритного класса.

Температура критических точек, °C [49]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
730	850	820	700

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Mn	S ₁	Cr	S	P	Ti	Cu	Ni
не более				не более				
0,08	0,8	0,8	12,0—14,0	0,025	0,030	0,2	0,30	0,6

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
5949—75	Прутки. Закалка 1000—1050 °С, масло. Отпуск 700—800 °С, масло	60	410	590	20	60	98	—
7350—77	Листы горячекатаные или холоднокатаные. Закалка 960—1020 °С, вода или воздух. Отпуск 680—780 °С, воздух или печь (Образцы поперечные).	Св. 4	294	422	23	—	—	—

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
25054—81	Поковки Закалка 1000—1050 °С, мас- ло. Отпуск 700— 780 °С, масло	До 1000	392	539	14	35	49	187—229

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки [180]

Состояние стали, режим термообработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Температура, °С	Время, ч	МПа		%		
Лист. Закалка 1000—1020 °С.	Без тепловой выдержки		314—353	500—510	29—31	73—75	2352—2842
Отпуск 680—700 °С, 12 ч	450	5000	310	490	35	74	227

Ударная вязкость листа сечением 20 мм КСУ, Дж/см² [82]

Температура, °С			Термообработка			
—20	—40	—60				
6—11	4—7	1—5	Закалка 1000—1020 °С, вода. Отпуск 680—700 °С, охлаждение 12 ч, воздух			

Механические свойства при повышенных температурах [82]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Лист сечением 20 мм. Закалка 1000—1020 °С, вода.

Отпуск 680—700 °С, выдержка 12 ч, воздух. При 20 °С НВ 148—156

20	275—350	460—510	25—37	73—80	235—323
100	275—295	430	28—29	77—79	353
200	245—275	400—420	27—29	75—78	333—372
300	235—275	380—400	22—27	73—77	333—363
400	215—255	340—470	23—26	71—79	343—363
450	195—245	310—320	23—30	72—77	323—343
500	185—225	215—285	26—37	73—84	294—323
600	145—165	165—180	34—45	87—89	245—265

Прутки сечением 20 мм. Отжиг

20	285	480	36	84	295
400	210	350	30	82	—
500	160	290	40	85	—
600	105	170	51	92	—

Механические свойства при испытании на длительную прочность [49]

Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
121 62 31	10 000	500 550 600
45	100 000	550

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1220, конца 850. Сечения до 300 мм охлаждаются в штабелях на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РСД, АДС под флюсом, АрДС и КТС. Подогрев и термообработка применяются в зависимости от метода сварки, вида и назначения конструкции.

Обработываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при НВ 149—159, $\sigma_B = 590$ МПа, $K_{вб.ст} = 0,7$, $K_{в.тв.спл} = 1,4$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна при температурах 400—500 °С [51].

Сталь 12Х13

Заменитель — сталь 20Х13.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 19442—74, ГОСТ 18969—73. Калиброванный пруток ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73, Лист толстый ГОСТ 7350—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Лента ГОСТ 4986—79. Проволока ГОСТ 18143—72. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76, ГОСТ 18968—73. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 18968—73, ГОСТ 25054—81. Трубы ГОСТ 9940—81, ГОСТ 14162—79, ГОСТ 9941—81.

Назначение — детали с повышенной пластичностью, подвергающиеся ударным нагрузкам; изделия, подвергающиеся действию слабоагрессивных сред при комнатной температуре, а также детали, работающие при 450—500 °С. Стали коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная мартенситно-ферритного класса.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _{c_m})	Ar ₁	Mn
730	850	820	700	370 [105]

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ti	Cu	Ni
	не более			не более				
0,09—0,15	0,8	0,8	12,0—14,0	0,025	0,030	0,2	0,30	0,6

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	K_{CU} , Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
5949—75	Прутки. Закалка 1000—1050 °С, воздух или масло. Отпуск 700—790 °С, воздух, масло, вода	60	410	590	20	60	88	—
18907—73	Прутки шлифованные, обработанные на задан- ную прочность	1—30	—	490— 780	16	—	—	—
7350—77	Листы горячекатаные или холоднокатаные. Закалка 960—1020 °С, вода или воздух. Отпуск 680—780 °С, воздух или печь. (Образцы попе- речные)	Св. 4	340	490	21	—	—	—
5582—75	Отжиг или отпуск 740— 780 °С. (Образцы попе- речные)	До 3,9	—	440	21	—	—	—
25054—81	Поковки. Закалка 1000—1050 °С, масло. Отпуск 700—790 °С, воз- дух	До 1000	392	539	14	35	49	187— 229

Твердость стали после цементации [26]

Режим термообработки	HRC ₂
Цементация 950 °С, 12 ч в твердом карбюризаторе (85 % березового угля, 10 % соды, 50 % углекислого бария). Закалка 1000 °С, масло. Отпуск 200—250 °С	Поверхности 61

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [86]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа		%		
Закалка 960 °С, воздух					
250	930	1270	15	60	360—380
540	780	980	20	65	260—350
600	620	780	22	65	210—250

Механические свойства при повышенных температурах [180]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Прутки. Закалка 1030—1050 °C, масло. Отпуск 680—700 °C

20	570—590	700—730	19—22	66—68	137—167
200	530—550	650—660	17	67	186—216
300	510—550	600—650	14—16	66—69	176—245
400	460—490	570	13—15	64—67	176—225
500	440—470	520—540	15—18	70	186—245
600	310—410	330—450	20—27	79—85	186—265

Образец прокатанный диаметром 10 мм и длиной 50 мм.

Скорость деформирования 20 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с

800	69	82	48	95	—
900	63	78	60	81	—
1000	38	53	68	90	—
1100	24	33	72	96	—
1200	14	20	62	95	—

Механические свойства прутков при 20 °C в зависимости от тепловой выдержки [180]

Режим термообработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Темпера- тура, °С	Время, ч	МПа		%		
Закалка 1000—1050 °С, масло. Отпуск 750 °С	450	5 000	430	630	24	71	181
	500	5 000	420	610	24	71	78—206
		10 000	390	610	22	63	83
		20 000	370	610	20	52	—

Механические свойства при испытании на длительную прочность [180]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура, °C	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура, °C
103	1/100 000	450	441	10 000	450
93	1/10 000	500	216	100 000	450
56	1/100 000	500	142	10 000	500
121	1/100 000	400	118	100 000	500

Ударная вязкость прутков КСУ, Дж/см² [180]

Температура °C			Термообработка
+20	-20	-40	
108—216	138	98—127	Закалка 990—1050 °C, масло. Отпуск 740—750 °C

Предел выносливости [180]

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n	Состояние стали
363	—	10^7	$\sigma_{0,2} = 590$ МПа
—	186	10^7	$\sigma_{0,2} = 640$ МПа

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1230, конца 850. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе, 101—350 мм — в ямах.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом, АрДС, КТС. Подогрев и последующая термообработка применяются в зависимости от метода сварки, вида и назначения конструкции.

Обрабатываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при НВ 235 и $\sigma_B = 730$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,8$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,5$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна [82].

Коррозионная стойкость * [43]

Среда	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина коррозии, мм/год
Вода	300	50	0,001
Морская вода	—	3000	0,001
7 % раствор HNO_3	20	720	0,004

* Для повышения коррозионной стойкости рекомендуется деталь подвергать термообработке по режиму: закалка 950—1000 °С, масло или воздух. Отпуск 650—700 °С или применять полировку деталей.

Жаростойкость [81]

Среда	Температура, °С	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	600	0,02	4
	800	0,45	6
	900	1,5	Малостойкая

Сталь 20X13

Заменитель — стали: 12X13, 14X17H2.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 18968—73, ГОСТ 19442—74. Калиброванный пруток ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73. Лист толстый ГОСТ 7350—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Лента ГОСТ 4986—79. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76, ГОСТ 18968—73. Проволока ГОСТ 18143—72. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 18968—73, ГОСТ 25054—81, Трубы ГОСТ 14162—79.

Назначение — детали с повышенной пластичностью, подвергающиеся ударным нагрузкам и работающие при температуре до 450—500 °С, а также изделия, подвергающиеся действию слабоагрессивных сред при комнатной температуре. Сталь коррозионно-стойкая, жаропрочная мартенситного класса.

Температура критических точек, °С [68]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ag ₃ (Ag _m)	Ag ₁	Мн
810	900	660	710	320 [105]

Химический состав, % (ГОСТ 5632—81)

С	Si	Mn	Cr	S	P	Гі	Cu	Ni
	не более			не более				
0,16—0,25	0,8	0,8	12,0—14,0	0,025	0,030	0,2	0,30	0,6

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
5949—75	Прутки. Закалка 1000—1050 °С, воздух или масло. Отпуск 600—700 °С, воздух или масло	60	635	830	10	50	59
	Прутки. Закалка 1000—1050 °С, воздух или масло. Отпуск 660—770 °С, воздух, масло или вода	60	440	650	16	55	78
18907—73	Прутки шлифованные, обработанные на заданную прочность	1—30	—	510—780	14	—	—
7350—77	Листы горячекатаные или холоднокатаные. Закалка 1000—1050 °С, воздух. Отпуск 680—780 °С, воздух или печь (образцы поперечные)	Св. 4	372	509	20	—	—

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
25054—81	Поковки. Закалка 1000—1050 °С, воздух или масло. Отпуск 660—770 °С, воздух	1000	441	588	14	40	39
4986—79	Лента холоднокатаная. Отжиг или отпуск 740—800 °С	До 0,2 0,2—2,0	— —	500 500	8 16	— —	— —
18143—72	Проволока термообработанная	1,0—6,0	—	490—780	14	—	—

Механические свойства заготовок сечением 14 мм в зависимости от температуры отпуска [70]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	HRC ₉
	МПа		%			

Закалка 1050 °С, воздух

200	1300	1600	13	50	81	46
300	1270	1460	14	57	98	42
450	1330	1510	15	57	71	45
500	1300	1510	19	54	75	46
600	920	1020	14	60	71	29
700	650	78	18	64	102	20

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Нормализация 1000—1020 °С. Отпуск 730—750 °С. При 20 °С НВ 187—217

20	510	710	21	66	64—171
300	390	540	18	66	196
400	390	520	17	59	196
450	370	480	18	57	235
500	350	430	33	75	245
550	275	340	37	83	216

Образец диаметром 6 мм и длиной 30 мм. Прокатанный.

Скорость деформирования 16 мм/мин, скорость деформации 0,009 1/с

800	59	70	51	98	—
850	—	—	43	—	—
900	—	—	56	—	—
1000	39	61	59	—	—
1150	21	31	84	100	—

Механические свойства прутков при отрицательных температурах [28]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Сечение 25 мм. Нормализация 1000 °C, воздух. Отпуск 680—750 °C

+20	540	700	21	62	76
—20	560	730	22	59	54
—40	580	770	23	57	49
—60	570	810	24	57	41

Сечение 14 мм. Закалка 1050 °C, воздух. Отпуск 600 °C

+20	—	—	—	—	71
—20	—	—	—	—	81
—60	—	—	—	—	64

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура, °C	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура, °C
125	1/100 000	450	289	10 000	450
75	1/100 000	470	191	10 000	500
47	1/100 000	500	255	100 000	450
29	1/100 000	550	157	100 000	500

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 367$ МПа при $n = 10^7$ (образцы гладкие).

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки [180]

Режим термообработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Температура, °C	Время, ч	МПа		%		
Нормализация 1000— 1020 °C, воздух. Отпуск 730—750 °C, воздух	500	5 000	500	690	20	62	108
		10 000	420	670	23	65	118
	550	1 000	450	690	26	65	—
		10 000	440	660	24	63	108
	600	3 000	450	660	21	60	78
		10 000	380	630	23	63	147

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1250, конца 850. Сечения до 150 мм охлаждаются на воздухе, 150—400 мм необходим низкотемпературный отжиг с одним переохлаждением.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки РДС, АрДС и КТС. Подогрев и последующая термообработка применяются в зависимости от метода сварки, вида и назначения конструкции.

Обрабатываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при HB 241 и $\sigma_B = 730$ МПа, $K_{\text{р тв.спл}} = 0,7$, $K_{\text{р б.ст}} = 0,45$.
 Флоконочувствительность — не чувствительна [83].
 Склонность к отпускной хрупкости — склонна [51].

Коррозионная стойкость [43]

Среда	Температура, °C	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год
Вода дистиллированная или пар	100	—	0,1
Вода почвенная	20	—	1,0
Морская вода	20	720	0

Сталь 30X13

Заменитель — сталь 40X13.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Лента ГОСТ 4986—70. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Проволока ГОСТ 18143—72. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 25054—81, ГОСТ 1133—71.

Назначение — режущий, мерительный инструмент, пружины, карбюраторные иглы, штоки поршневых компрессоров, детали внутренних устройств аппаратов и другие различные детали, работающие на износ в слабоагрессивных средах до 450 °C.

Температура критических точек, °C [68]

Ac	Ac ₃ (Ac _m)	Ag _s (Ag _m)	Ag ₁	Mn
810	860	660	710	240 [105]

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

С	Si	Mn	Cr	S	P	Ti	Cu	Ni
	не более			не более				
0,26—0,35	0,8	0,8	12,0—14,0	0,025	0,030	0,2	0,30	0,6

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₉), не более
			МПа		%			
			не менее					
5949—75	Закалка 950— 1020 °С, масло. От- пуск 200—300 °С, воздух или масло	Образцы	—	—	—	—	—	(50)
18907—73	Прутки шлифован- ные, обработанные на заданную проч- ность	1—30	—	530— 780	12	—	—	—
25054—81	Поковки. Закалка 1000—1050 °С, мас- ло. Отпуск 700— 750 °С, воздух	До 1000	588	735	14	40	29	Поверх- ности 235—277
18143—72	Проволока термооб- работанная	1—6	—	490— 830	12	—	—	—

Механические свойства прутков при 20 °С в зависимости от тепловой выдержки [180]

Режим термообработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Темпе- ратура, °C	Вре- мя, ч	МПа		%		
Закалка 1000 °C, воздух. Отпуск 650 °C, воздух	550	3 000	670	860	16	51	44
	600	3 000	620	800	20	56	50
	550	7 000	610	800	18	54	49
	600	10 000	420—450	670	23—26	57	—

Ударная вязкость прутков сечением 25 мм КСУ, Дж/см² [71]

Температура, °С		
+20	—20	—50
63	52	45

Механические свойства при повышенных температурах [82]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Прокат. Нормализация 1000 °C, воздух. Отпуск 650 °C, 2—3 ч

20	700	940	16	52	54
200	660	820	14	58	127
300	630	770	13	53	122
400	570	710	13	53	157
500	530	610	14	55	162
600	410	450	21	81	157

Образец диаметром 6 мм и длиной 30 мм, деформированный.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с

800	77	89	67	98	—
900	93	130	82	82	—
1000	50	76	70	97	—
1100	37	43	71	98	—
1200	26	29	74	98	—

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °C
131	1/100 000	400
82	1/100 000	450

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 372$ МПа при $n = 10^7$.

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1250, конца 850. Сечения до 400 мм подвергаются низкотемпературному отжигу с одним переохлаждением.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обрабатываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при HB 241 и $\sigma_B = 730$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,70$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,45$.

Флокеночувствительность — не чувствительна [83].

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна [83].

Коррозионная стойкость * [43]

Среда	Температура, °C	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год
Морская вода	100	93	0,01
63,4 % раствор H ₂ SO ₄	15	24	2,1
Пар—воздух	100	50	0,018

* Для повышения коррозионной стойкости рекомендуется производить отпуск при температуре до 300 °C или выше 650 °C.

Жаростойкость [82] — стойкая при длительном сроке службы с температурой до 600—650 °C.

Сталь 40Х13

Заменитель — сталь 30Х13.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69 Калиброванный пруток ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76, Проволока 18143—72. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — режущий, мерительный инструмент, пружины, карбюраторные иглы, предметы домашнего обихода, клапанные пластины компрессоров и другие детали, работающие при температуре до 400—450 °С, а также детали, работающие в коррозионных средах. Сталь коррозионно-стойкая мартенситного класса.

Температура критических точек, °С [170]

Ас ₁	Ас ₃ (Ас _м)	Аг ₁	Мн
820	870	780	270

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

С	Si	Mn	Cr	P	S	Ti	Cu	Ni
	не более			не более				
0,36—0,45	0,8	0,8	12,0—14,0	0,030	0,025	0,2	0,30	0,6

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	σ_B , МПа		δ_5 %	НВ (HRC ₉)
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1000—1050 °С, масло. Отпуск 200—300 °С, охлаждение на воздухе или в масле	Образцы	—	—	—	н. м. (52)
18907—73	Прутки: шлифованные, обработанные на заданную прочность отожженные	1—30 Св. 5	590—810 —	10 —	—	143—229
5582—75	Листы горячекатаные или холоднокатаные. Отжиг или отпуск 740—800 °С (образцы поперечные)	До 3,9	550	15	—	—
18143—72	Проволока термообработанная	1—6	590—880	10	—	—

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [143]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НRC ₉ (НВ)
	МПа		%			

Закалка 1000 °С в масло

200	1620	1840	1	2	19	52
350	1450	1710	11	22	25	50
500	1390	1680	7	9	19	51
700	500	780	35	59	71	(217)

Механические свойства при повышенных температурах [180]

Температура испытания, °С	Состояние стали, режимы термо- обработки, условия испытания	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
		МПа		%		
20	Закалка 1030—1050 °С, воздух. Отпуск 530 °С, выдержка 2 ч, охлаждение на воздухе	1420	1670	6	34	11
410		1310	1360	7	36	—
470		960	1130	12	45	6
510		980	1070	12	49	—
20	Закалка 1050 °С, воздух. От- пуск 600 °С, выдержка 3 ч	890	1120	13	32	12
200		810	940	11	40	49
300		710	900	10	39	69
400		670	780	12	45	73
500		470	520	20	77	78
600		255	300	21	84	118
20	Закалка 1050 °С, воздух. От- пуск 650 °С, выдержка 3 ч. При 20 °С НВ 277—286	710	930	14	42	24
400		—	—	—	—	93
450		540	640	15	44	—
500		—	540	18	67	132
800	Образец деформированный диа- метром 6 мм и длиной 30 мм. Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с	120	130	64	96	—
900		100	125	68	92	—
950		74	90	84	96	—
1000		51	75	70	98	—
1050		45	57	73	100	—
1100		43	53	60	98	—
1150		34	40	64	100	—
1200		27	32	60	100	—

Механические свойства при 20 °С в зависимости от тепловой выдержки [180]

Режимы термообработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Температура, °С	Время, ч	МПа		%		
Закалка 1050 °С, масло. Отпуск: 550 °С, выдержка 10 ч	Без тепловой выдержки 470		940	1140	13	48	21
		1000	870	1080	11	43	—
		3000	900	1080	13	42	23
600 °С, выдержка 3 ч	Без тепловой выдержки 450		890	1120	13	32	11
		5 000	820	1080	12	28—31	—
		10 000	840	1000	13	25—33	—
530 °С, выдержка 6 ч	470	500	930	1100	13	47	15
		1 000	880	1060	14	46	—
		5 000	750	990	14	37	22

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 370$ МПа при $\sigma_B = 880$ МПа, НВ 270.

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С		Состояние поставки
+20	—78	
54	7	Пруток диаметром 55 мм

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1200, конца 850. Сечения до 200 мм подвергаются низкотемпературному отжигу.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обработываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при НВ 340 и $\sigma_B = 730$ МПа $K_{\text{в тв. слл}} = 0,6$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,4$.

Коррозионная стойкость [43]

Среда	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина коррозии, мм/год
H ₂ SO ₄ концентрированная	20	720	0,01
H ₂ SO ₄ 63,4 % раствор	40	24	5,27
Аммиак, 24 %	20	720	0,0032

Жаростойкость — сталь стойкая при длительном сроке службы до температуры 600—650 °С.

Сталь 10X14AГ15

Заменитель — стали: 12X18H9, 08X18H10, 12X18H9T, 12X18H10T.

Вид поставки — лист тонкий ГОСТ 5582—75.

Назначение — для немагнитных деталей, работающих в слабоагрессивных средах. Сталь коррозионно-стойкая аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	N	S	P	Ti	Cu	Ni
не более	не более				не более				
0,10	0,8	14,5—16,5	13,0—15,0	0,15—0,25	0,030	0,045	0,2	0,30	0,6

Механические свойства листов (ГОСТ 5582—75)

Режимы термообработки	Сечение, мм	σ_B , МПа	δ_5 , %
		не менее	
Закалка 950—1100 °С, вода (образцы поперечные)	До 3,9	740	45

Механические свойства при повышенных температурах [170]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Закалка 1050 °С, вода

800	96	205	44	46
900	75	125	57	57
1000	43	61	64	56
1100	33	44	82	61
1150	20	29	64	58
1200	10	20	64	59

Механические свойства листа сечением 3 мм в зависимости от степени холодной пластической деформации [170]

Степень деформации, %	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		

Закалка 1050 °С, вода

0	370—420	700—860	60
20	920—960	1040—1140	32
40	1080—1210	1080—1210	18
60	1410—1560	1520—1680	7

Технологические свойства [170]

Температураковки, °С: начала 1160, конца 850.

Свариваемость — без ограничений. Рекомендуется РДС стандартными электродами. Хорошо сваривается в среде защитных газов как без присадки, так и с присадкой проволокой основного состава или состава типа Х18Н9. Не допускается контактная сварка с низколегированной или углеродистой сталью из-за образования хрупких структур в ядре точки. Дополнительная обработка сварных соединений не требуется.

Сталь 12Х17

Заменитель — сталь 12Х18Н9Т.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 7350—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5949—75, ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 9940—81, ГОСТ 9941—81.

Назначение — крепежные детали, валики, втулки и другие детали аппаратов и сосудов, работающих в разбавленных растворах азотной, уксусной, лимонной кислоты, в растворах солей, обладающих окислительными свойствами. Сталь коррозионно-стойкая и жаропрочная до 850 °С ферритного класса.

Температура критических точек, °С: A_{c1} — 860, A_{r1} — 810.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ti	Cu	Ni
не более				не более				
0,12	0,8	0,8	16,0—18,0	0,025	0,035	0,2	0,30	0,6

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Отжиг 760—780 °С, воздух или вода	60	245	390	20	50
7350—77	Листы горячекатаные или холоднокатаные: отжиг или отпуск 760—780 °С, воздух или печь (образцы поперечные)	Св. 4	—	440	18	—
5582—75	отжиг или отпуск 740—780 °С (образцы поперечные)	До 3,9	—	490	20	—
9940—81	Трубы бесшовные: горячедеформированные без термообработки	3,5—32	—	441	17	—
	холодно- и теплodeформированные, термообработанные	0,2—22	—	441	17	—

Твердость стали после цементации [26]

Режим термообработки	Твердость HRC ₃
Цементация 950 °С, 12 ч в твердом карбюризаторе (85 % — березового угля, 10 % соды, 50 % углекислого бария). Закалка 1000 °С, масло. Отпуск 180 °С	Поверхности св. 56

Ударная вязкость в состоянии поставки КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С		
+20	—30	—70
34	6	3

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Отжиг 780 °С, охлаждение на воздухе

20	310	510	28	70
100	290	450	27	—
200	265	460	26	—
300	255	440	25	—
600	145	195	60	—

Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, прокатанный.

Скорость деформирования 1,1 мм/мин. Скорость деформации 0,0004 1/с

700	—	84	67	97
800	—	40	64	98
900	—	22	58	98
1000	—	21	81	97
1100	—	14	73	97
1200	—	8	85	99
1300	—	6	99	97

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1250, конца 900. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способы сварки: РДС, АрДС. Рекомендуется последующая термообработка.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна при температуре 475 °С при длительных выдержках [82].

Сталь 08X17T

Заменитель — стали: 12X17, 08X18T1.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 9941—81, ГОСТ 9940—81.

Назначение — изделия, работающие в окислительных средах, а также в атмосферных условиях, кроме морской атмосферы, в которой возможна точечная коррозия. Теплообменники, трубы. Сварные конструкции, не подвергающиеся действию ударных нагрузок и работающие при температуре не ниже —20 °С. Сталь жаростойкая, коррозионно-стойкая ферритного класса

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ti	S	P	Cu	Ni
					не более			
0,08	0,8	0,8	16,0—18,0	0,8	0,025	0,035	0,30	0,6

Механические свойства при 20 °С

ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	σ_B , МПа	δ_5 , %
			не менее	
7350—77	Листы горячекатаные или холоднокатаные: отжиг или отпуск 760—780 °С, воздух (образцы поперечные)	Св. 4	440	18
5582—75	отжиг или отпуск 740—780 °С (образцы поперечные)	До 3,9	460	20
9940—81	Трубы бесшовные: горячедеформированные без термообработки	3,5—32	372	17
9941—81	холодно- и теплodeформированные термообработанные	0,2—22	372	17

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU, Дж/см ²	Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU, Дж/см ²
Нагрев 760 °С, охлаждение на воздухе							
20	460	30	20	500	245	35	118
200	390	31	98	600	195	36	167
300	330	32	127	700	155	37	196
400	280	33	137	800	78	54	176
				900	59	90	167

**Механические свойства
при повышенных температурах
[139]**

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU, Дж/см ²
1100	59	110	147
1200	59	111	78

**Ударная вязкость в состоянии
поставки KCU, Дж/см² [139]**

Температура, °С			Лист толщиной
+20	—20	—40	
177	9	6	8
156	7	6	8
			(Образцы поперечные)

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1220, конца 900. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченная. Удовлетворительные механические свойства можно получить при сварке изделий, имеющих небольшие толщины до 2—3 мм. Для автоматической электродуговой сварки под флюсом АН-26 и АНФ-14 применяют проволоку Св-08Х20Н9Г7Т, Св-05Х25Н12ТЮ.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна при 475 °С при длительных выдержках [82].

Сталь 95Х18

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и сребрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — втулки, оси, стержни, шариковые и роликовые подшипники и другие детали, к которым предъявляются требования высокой твердости и износостойкости и работающие при температуре до 500 °С или подвергающиеся действию умеренных агрессивных сред. Сталь коррозионная мартенситного класса.

Температура критических точек, °С [88]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)
830	1100	810

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ti	Cu	Ni
	не более			не более				
0,9—1,0	0,8	0,8	17—19	0,025	0,03	0,2	0,30	0,6

Механические свойства

Состояние поставки, режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HRC ₃
	МПа		%			
	не менее					
Закалка с 1000—1050 °С, масло. Отпуск 200—300 °С, воздух или масло	—	—	—	—	—	Св 56
Пруток. Полный отжиг 885— 920 °С, 1—2 ч	420	770	15	30	—	—
Пруток. Неполный отжиг 730— 790 °С, 2—6 ч	770	880	12	25	—	24—29
Подогрев 850—860 °С. Закалка 1000—1070 °С, масло или воздух. Обработка холодом 70—80 °С. От- пуск 150—160 °С, воздух	—	1980—2300	—	—	63	Св 59

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [82]

Температура отпуска, °С	KCU, Дж/см ²	HRC ₃	Температура отпуска, °С	KCU, Дж/см ²	HRC ₃
<i>Закалка 1040 °С, масло</i>			<i>Закалка 1050 °С, масло</i>		
200	265	59	150	—	59—64
300	285	53	200	—	58—62
400	245	56	300	—	55—59
500	205	56	400	—	56—59
			500	—	51—54
			600	—	41—44

Механические свойства при повышенных температурах [82]

Температура испытания, °С	KCU, Дж/см ²	HRC ₃
<i>Закалка 1050 °С, масло. Обработка холодом при —70 °С. Отпуск 400 °С</i>		
20	—	58—59
200	12—18	57—58
300	12—22	56—57
400	12—22	56—57

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	Термообработка
960	Закалка 1050 °С, масло. Отпуск 150 °С, HRC ₂ 61

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 850. Сечения до 700 мм подвергаются отжигу с перекристаллизацией, отпуску.

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.

Обработываемость резанием — в отожженном состоянии при, HB 212—217 и $\sigma_B = 700$ МПа, $K_{\text{ув.спл}} = 0,86$, $K_{\text{ув.ст}} = 0,35$.

Флокеночувствительность — незначительная.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна при температуре отпуска 450—600 °С [170].

Коррозионная стойкость [82]

Сталь обладает: высокой стойкостью в морской и речной воде, в щелочных растворах с концентрацией 1—20 % и органических веществах (сырая нефть при 20—220 °С), хорошей стойкостью в азотной и уксусной кислотах; удовлетворительной стойкостью в ортофосфорной кислоте и плохой стойкостью в соляной и серной кислотах.

Сталь 08X18T1

Заменитель — стали: 12X17, 08X17T.

Вид поставки — лист тонкий ГОСТ 5582—75.

Назначение — конструкции, не подвергающиеся воздействию ударных нагрузок и работающие в основном в окислительных средах, например, растворах азотной кислоты. Применение в сварных конструкциях в основном ограничивается малыми сечениями деталей (до 3,0 мм). Не рекомендуется использовать для сварных конструкций, работающих в условиях ударных нагрузок. Предельная температура службы сварных конструкций не ниже —20 °С. Сталь жаростойкая и коррозионно-стойкая ферритного класса

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ti	S	P	Cu	Ni
не более					не более			
0,08	0,8	0,7	17,0—19,0	0,6—1,0	0,025	0,035	0,30	0,6

Механические свойства листов сечением до 3,9 мм (ГОСТ 5582—75)

Режимы термической обработки	σ_B	δ_5
	МПа	%
	не менее	
Отжиг 830—860 °С, воздух или нормализация 960—1000 °С, воздух или вода (образцы поперечные)	460	30

**Механические свойства листа сечением 3 мм в зависимости
от степени холодной пластической деформации [170]**

Степень деформации, %	σ_B , МПа	δ_s , %	Степень деформации, %	σ_B , МПа	δ_s , %
<i>Закалка 850—870 °С, вода</i>					
0	540	36	46	870	2
13	710	9	55	890	2
29	790	3	60	920	2
			66	980	2

Технологические свойства [170]

Температураковки, °С начала 950—1050, конца 720—800. Охлаждение производится на воздухе.

Свариваемость — ограниченная. Удовлетворительные механические свойства можно получить при сварке изделий, имеющих небольшие толщины до 2—3 мм. Для автоматической электродуговой сварки под флюсом АН-26 и АНФ-14 применяют проволоку Св-08Х20Н9Г7Т и Св-05Х25Н12ТЮ. Сталь успешно сваривается аргоно-дуговой сваркой без присадочного материала и с применением в качестве присадочного материала проволоки из стали 10Х18Н10Т. Для малых сечений применяют контактную сварку.

Сталь 15Х25Т

Заменитель — сталь 12Х18Н10Т.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 7350—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 9940—81, ГОСТ 9941—81.

Назначение — рекомендуется для сварных конструкций, не подвергающихся действию ударных нагрузок при температуре эксплуатации не ниже —20 °С. Трубы для теплообменной аппаратуры, работающей в агрессивных средах. Аппаратура, детали, чехлы термопар, электроды искровых зажигательных свечей, теплообменники. Сталь жаростойкая до 1100 °С, коррозионно-стойкая ферритного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ti	S	P	Cu	Ni
не более					не более			
0,15	1,0	0,8	24,0—27,0	5·С—0,9	0,025	0,035	0,30	0,6

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Отжиг 730—770 °С, воздух или вода или без термообработки	60	295	440	20	45
7350—77	Листы горячекатаные или холоднокатаные отжиг или отпуск 740—780 °С, вода (образцы поперечные)	Св. 4	—	440	14	—
5582—75	отжиг или отпуск 740—780 °С (образцы поперечные)	До 3,9	—	530	17	—
9940—81	Трубы бесшовные горячедеформированные без термообработки	3,5—32	—	441	17	—
9941—81	холоднокатаные и теплodeформированные термообработанные	0,2—22	—	461	17	—

Механические свойства прутков при повышенных температурах [170]

Температура испытания, °C	σ_B , МПа	δ_5	ψ
		%	
<i>Отжиг 760—780 °C, охлаждение в воде</i>			
700	77	48	93
800	26	104	99
900	19	153	99
1000	11	148	100
1100	8	139	99

Механические свойства в зависимости от степени пластической деформации [170]

Степень деформации, %	σ_B , МПа	δ_5 , %
Без деформации	450	32
10	600	15
20	700	10
30	760	8
40	800	7
50	840	6
60	860	5

Механические свойства при испытании на длительную прочность [170]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
12	1/1 000	700	18	1000	700
8	1/10 000	700	8		800
3	1/1 000	875	4		875
2	1/10 000	875	3		1000

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1160, конца 800

Свариваемость — трудносвариваемая. При автоматической сварке рекомендуют использовать проволоку Св-07Х25Н13, Св-06Х25Н12ТЮ, Св-13Х25Н18 с флюсом АН-26. В случае ручной сварки хорошую пластичность обеспечивают электроды с проволокой из стали Св-13Х25Н18 (Марки 03Л-9) или с проволокой Св-07Х25Н13 типа ЭА-2 и ЭА-2Б. Необходим подогрев 150—200 °С и последующая термообработка — отпуск 600 °С.

Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии при НВ 149—163 $K_{с\text{тв, спл}} = 0,9$, $K_{с\text{б. ст}} = 0,6$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна в интервале 450—520 °С [82].

Жаростойкость [82]

Среда	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	850	—	0,175	6
	950	—	0,294	6
	1050	—	0,490	6
Чистый воздух	900	500	0,39	6
	900	500	0,54	Пониженно-стойкая

Коррозионная стойкость [43]

Среда	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина коррозии, мм/год
6 % раствор HNO_3	20	640	0,001
40 % раствор HNO_3		640	0,001
85 % раствор H_3PO_4		480	0,01

Сталь 15Х28

Заменитель — стали: 15Х25Т, 20Х23Н18.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69 Калиброванный прутск ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78 Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 9940—81.

Назначение — сварные конструкции, не подвергающиеся действию ударных нагрузок при температуре эксплуатации не ниже —20 °С, спай со стеклом. Аппаратура, детали, трубы пиролизных установок, теплообменники. Трубы для теплообменной аппаратуры, работающей в агрессивных средах. Сталь жаростойкая коррозионно-стойкая ферритного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ti	Cu	Ni
не более				не более				
0,15	1,0	0,8	27,0—30,0	0,025	0,035	0,2	0,30	0,60

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Отжиг 680—720 °С, воздух или вода или без термической обработки	60	295	440	20	45
5582—75	Листы горячекатаные или холоднокатаные. Отжиг или отпуск 740—780 °С (образцы поперечные)	До 3,9	—	530	17	—
9940—81	Трубы бесшовные горячедеформированные	3,5—32	—	441	17	—

Механические свойства при повышенных температурах [139]

Температура испытания, °С	σ_B , МПа	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
		%		

Отжиг 760—780 °С

20	530	30	—	10
100	490	27	—	20
200	490	29	—	206
300	460	22	—	196
400	500	18	—	181
500	390	20	—	147
600	170	60	—	181
700	76	48	92	174
800	26	104	99	208
900	19	153	99	160
1000	11	147	100	151
1100	8	139	99	127

Технологические свойства [170]

Температураковки, °С: начала 950—1000, конца 750—800. Охлаждение производят на воздухе.

Свариваемость — ограниченная. Для сварки применяется ручная дуговая сварка электродами типа ЭА-2 и аргонодуговая. Сварку желательно проводить с подогревом до 150—300 °С.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна при нагреве в интервале 450—520 °С из-за выделения σ -фазы.

Жаростойкость [170]

Среда	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Спокойный воздух	1050	1520	0,45	6
Поток воздуха	1050	100	0,7	Пониженная
1,5 % SO ₂ + воздух	1050	100	2,9	Малостойкая

Коррозионная стойкость [43]

Раствор H ₃ PO ₄	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина коррозии, мм/год
60 %	20	100	0,04
80 %	20	100	0,1
68 %	80	20	0,65

Сталь 25Х13Н2

Вид поставки — шлифованный пруток ГОСТ 18907—73, ТУ 14-1-721—73.
 Назначение — детали с повышенной пластичностью, подвергающиеся ударным нагрузкам (клапаны гидравлических прессов, предметы домашнего обихода), а также изделия, подвергающиеся действию слабоагрессивных сред (атмосферные осадки, водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре и другие). Сталь коррозионно-стойкая мартенситного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Ti	Cu
	не более						не более	
0,2—0,3	0,5	0,8—1,2	12,0—14,0	1,5—2,0	0,15—0,25	0,08—0,15	0,2	0,30

Механические свойства прутков

Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	σ _B , МПа	δ ₅ , %	НВ (HRC ₉)
		не менее		
Прутки шлифованные обработанные на заданную прочность	1—30	690—980	—	—
Прутки отожженные	Св. 5	—	—	207—285
Отжиг	—	830	10	(25—27)

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [138]

Температура отпуска, °С	σ_B , МПа	δ_5 , %	HRC ₉
<i>Закалка 1030—1050 °С, воздух</i>			
200	1620	3	55
300	1590	7	54
400	1530	3	53
500	1470	3	51
600	1220	6	39
700	730	9	30
800	710	9	27

Технологические свойства [138]

Температура ковки, °С: начала 1150, конца 800. Охлаждение производится медленно в печах

Сталь 20Х23Н13

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 7350—77, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Лист тонкий ГОСТ 5582—75, ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71,

Назначение — детали, работающие при высоких температурах в слабонагруженном состоянии. Сталь жаростойкая до 900—1000 °С, аустенитно-ферритного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Cu	Ti
не более					не более			
0,20	1,0	2,0	22,0—25,0	12,0—15,0	0,025	0,035	0,30	0,2

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1100—1150 °С, воздух, масло или вода	60	295	490	35	50
5582—75	Листы горячекатаные или холоднокатаные закалка 1100—1150 °С, вода или воздух (образцы поперечные)	До 3,9	—	540	35	—

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
7350—77	закалка 1030—1120 °С, вода (образцы поперечные)	Св. 4	—	568	35	—

Механические свойства при повышенных температурах [180]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 1050 °С, вода

20	360	650	39	60	206
550	300	580	28	60	294
600	280	520	29	64	294
650	260	465	31	62	294
700	215	475	35	57	294

Механические свойства при испытании на длительную прочность [180]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
151	1/10 000	550	235	10 000	550
57	1/100 000	550	186	10 000	600
			196	100 000	550
			147	100 000	600

Чувствительность к охрупчиванию при старении [180]

Температура, °С	Время, ч	КСУ, Дж/см ²
Закалка 1050 °С, вода		
Исходное состояние	—	206
600	1000	100
600	2000	78
600	8800	16
750	1000	55
750	2000	78

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1220, конца 900. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, электроды ОЗЛ-6, ЦЛ-25 и другие.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна в интервале 600—800 °С из-за образования δ-фазы.

Сталь 20Х23Н18

Заменитель — стали: 20Х23Н13, 15Х25Т.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 7350—77, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Лента ГОСТ 4986—79. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — поковки, бандаж для работы при 650—700 °С, детали камер сгорания, хомуты, подвески и другие детали крепления котлов, муфелы для работы при температуре до 1100 °С, бесшовные трубы. Сталь жаростойкая и жаропрочная аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

С	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
не более					не более			
0,20	1,0	2,0	22,0—25,0	17,0—20,0	0,2	0,02	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_1)$	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1100—1150 °С, воздух или вода	60	196	490	35	50
7350—77	Листы горячекатаные или холоднокатаные. Закалка 1030—1130 °С, вода (образцы поперечные)	Св. 4	264	539	35	—
4986—79	Лента холоднокатаная. Закалка 1050—1080 °С, вода или воздух	До 0,2 0,2—2,0	— —	580 580	(19) (38)	— —

Механические свойства прутков сечением 38—55 мм в зависимости от тепловой выдержки и температуры испытания [180]

Режим термообработки	Тепловая выдержка		Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	Температура, °С	Время ч		МПа		%		
Закалка 1180 °С, вода. Старение 800 °С, 4 ч	650	10 000	20 650	330 205	590—630 340—390	12—18 11—15	28 16—21	64—69 127
	700	10 000	20 650	320 195	510—550 285—330	5—6 4—5	8—10 5—8	15 49
	800	2 000	20 500 650 800	295 195 175 145	640 460 390 185	26—35 22 14—19 6—8	29—42 33—43 23—24 12—16	59 — 137—167 —
	800	4 000	20 500 650 800	315 195 185 135	590—630 470 350 185	17—32 18—25 8—12 7—10	20—39 29—35 15—17 13—18	34 54—59 78—98 —
	800	10 000	20 650	275 175	580—620 340—370	14—28 5—10	20—39 20	34 73—80

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °C	Предел длительной прочности, МПа	Длительность, ч	Температура испытания, °C
53	1/100 000	650	113	10 000	650
34	1/100 000	700	59	10 000	700
12	1/100 000	800	78 34	100 000 100 000	650 700

Механические свойства при повышенных температурах [180]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

*Прутки диаметром 38—55 мм. Закалка 1180 °C, вода.
Старение 800 °C, 4 ч*

20	295—320	600—660	29—35	47—54	137—186
300	235	520—540	25—28	45—49	147—166
400	225	540	24—32	39—45	147—166
500	210	520—540	25—31	41—45	171
600	195	440	24	46	176
700	185—195	315—330	19—24	35	171
800	165	185—205	19—27	34	176

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Образец диаметром 10 мм и длиной 50 мм, прокатанный.
Скорость деформирования 20 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с

800	215	255	24	67	—
900	135	135	37	77	—
1000	64	71	49	77	—
1100	39	44	51	70	—
1200	22	27	27	31	—

Предел выносливости [180]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали и термообработка
255 245	$\sigma_B = 590$ МПа Закалка 1100 °C, вода или воздух. $\sigma_{0,2} = 290$ МПа, $\sigma_B = 570$ МПа, НВ 140—200

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1220, конца 900. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — ограниченно свариваемая.

Обработываемость резанием — в нормализованном и отпущенном состоянии при НВ 178 и $\sigma_B = 610$ МПа, $K_{pb, ст} = 0,4$.

Коррозионная стойкость [43]

Среда	Температура, °C	Глубина коррозии, мм/год
40 % H ₂ SO ₄	20	0,1—1,0
Концентрированная H ₂ SO ₄	20	0,1

Жаростойкость [81]

Среда	Температура, °C	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	650	4500	0,0027	2
	750	1500	0,01	3
	800	—	0,044	4

Сталь 10Х23Н18

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 103—66, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 25054—81. Трубы ГОСТ 9940—81, ГОСТ 9941—81.

Назначение — листовые детали, трубы, арматура (при пониженных нагрузках), работающие при 1000 °С. Сталь жаростойкая, жаропрочная, аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
не более					не более			
0,10	1,0	2,0	22,0—25,0	17,0—20,0	0,2	0,020	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	НВ, не более
			МПа		%		
			не менее				
5949—75	Прутки. Закалка 1100—1150 °С, воздух или вода	60	196	490	35	50	—
5582—75	Листы горячекатаные или холоднокатаные. Закалка 1080—1150 °С, вода или воздух (образцы поперечные)	До 3,9	—	510	35	—	—
25054—81	Поковки. Закалка 1000—1050 °С, вода или воздух	До 1000	196	490	35	40	179
9940—81	Трубы бесшовные горячедеформированные без термообработки	3,5—32	—	491	37	—	—
9941—81	холодно- и теплodeформированные термообработанные	0,2—22	—	529	35	—	—
—	Лист. Закалка 1100—1150 °С, воздух, масло или вода	—	175	490	40	55	—

Технологические свойства [82]

Склонность к отпускной хрупкости.— склонна в интервале температур 600—800 °С из-за образования σ -фазы.

Сталь 20Х25Н20С2

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прут — ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прут — и сребрянка — ГОСТ 14955—77. Лист тонкий — ГОСТ 5582—75, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Полоса — ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки — ГОСТ 1133—71.

Назначение — детали печей, работающие при температуре до 1100 °С в воздушной и углекислородной атмосферах. Сталь жаростойкая аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu	Mo	W	V
не более					не более						
0,20	1,5	2,0—3,0	24,0—27,0	18,0—21,0	0,2	0,020	0,035	0,30	0,30	0,2	0,2

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	σ_0 ,	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1100—1150 °С, воздух или вода	60	295	590	35	50
5582—75	Листы горячекатаные и холоднокатаные Закалка 1050—1100 °С, вода или воздух (образцы поперечные)	До 3,9	—	490	35	—

Механические свойства при повышенных температурах [177]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_b	δ_5	ψ
	МПа		%	
500	255	520	30	47
600	210	490	35	50
700	165	320	40	55
800	110	195	50	63

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
4	0,5/1000	875	37	100	875
5	1/1000	875	22	1 000	875
10	1/1000	1000	20	100 000	800
			7	100 000	900

Технологические свойства

Температураковки, °С: начала 1170, конца 850. Охлаждение на воздухе.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна в интервале 600—800 °С из-за образования σ -фазы (ГОСТ 5632—72)

Жаростойкость [81]

Среда	Температура, °С	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	875	0,117	6
	1050	0,476	6
	1200	1,404	Малостойкая

Сталь 15X12ВНМФ

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 18968—73, ГОСТ 19442—74. Калиброванный прутост ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 14955—77 Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76, ГОСТ 18968—73. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — роторы, диски, лопатки, болты, бандажисты, гайки, шпильки и другие детали, работающие до 780 °С. Сталь жаропрочная, мартенситоферритного класса.

Температура критических точек, °С: A_{c1} —805, A_{c3} (A_{cm}) — 870.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	Ti	S	P	Cu
	не более							не более			
0,12—0,18	0,4	0,5—0,9	11,0—13,0	0,4—0,8	0,7—1,1	0,5—0,7	0,15—0,30	0,2	0,025	0,030	0,30

Механические свойства прутков сечением 60 мм (ГОСТ 5949—75)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см*
	МПа		%		
	не менее				
Отжиг 900—950 °С, охлаждение в печи. Закалка 1000—1020 °С, масло. Отпуск 680—700 °С, воздух	590	740	15	45	59

Механические свойства при повышенных температурах [180]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Прутки диаметром 40—120 мм. Закалка 1050 °С, масло.
Отпуск 700 °С. При 20 °С НВ 255—271

20	700—730	830—870	15—18	55—59	93—118
300	600—620	720—730	14—15	59—63	127—147
400	570—590	670—680	13—14	55—62	137—147
500	520—570	550—570	14—15	59—78	118—147
550	455—470	500—520	18—19	78—79	127—137
600	350—370	370—395	20—23	79—88	132—147
650	275—315	295—340	26	87	152

Диск диаметром 750—1020 мм, высотой 300 мм. Поковка ротора
диаметром 1140 мм. Закалка 1050 °С, масло. Отпуск 720 °С.
(Образцы тангенциальные). При 20 °С НВ 228—248

20	600—650	750—810	14—23	41—55	47—147
100	580—610	720—760	16—18	45—53	78—137
200	540—570	690—710	13—17	37—54	88—147
300	520—540	640—680	13—17	46—51	88—137
400	500—510	610—630	—	45—51	88—147
500	440—460	510—530	15—19	52—61	78—176
600	330—350	340—360	21—31	83—85	98—196

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [180]

Температура, °С				Состояние поставки и термообработка
+20	—20	—40	—60	
47—147	57	67	62	Диск диаметром 750—1020 мм, высотой 300 мм. Поковка ротора диаметром 1140 мм. Закалка 1050 °С, масло. Отпуск 720 °С. (Образцы тангенциальные) $\sigma_{0,2}$ = 600—650 МПа, σ_B = 750—810 МПа

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки [180]

Изделие	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	Темпе- ратура, °С	Время, ч						
			МПа		%			
Диск диаметром 700 мм, высотой 300 мм	500	5 000	600	790	21	57	56 34	241 241
	600		580	750	21	49		
Поковка ротора диа- метром 1000 мм	550	30 000	660	810	17	44	—	262
	600		480	660	21	40	—	207
	550		630	780	14	42	—	255
	600		440	630	26	51	—	196

Механические свойства при испытании на длительную прочность (ГОСТ 5949—75)

Предел ползучести, МПа, не менее	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа, не менее	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
98	1/100 000	550	235	10 000	550
88	1/100 000	565	196	100 000	550
69	1/100 000	580	157	10 000	580
54	1/100 000	600	137	100 000	580

Предел выносливости [180]

σ_{-1} , МПа	n	Термообработка
<i>Закалка 1050 °С, масло. Отпуск 700—720 °С, $\sigma_{0,2} = 690$ МПа, $\sigma_B = 510$ МПа</i>		
380	10 ⁷	Образцы гладкие
168	10 ⁷	То же. Образец с надрезом, радиус в вершине надреза 0,75 мм

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1230, конца 900. Сечения до 250 мм подвергаются отжигу с одним переохлаждением. Сечения от 250 до 400 мм — отжиг и два переохлаждения.

Свариваемость — трудносвариваемая. Для сварки применяют электрод КТН-10, до сварки производится полная термическая обработка, после сварки — отпуск при 700 °С в течение 5 ч или при 680 °С в течение 10 ч., охлаждение с печью [81].

Обработываемость резанием — при НВ 230, $K_{об.ст} = 0,5$, $K_{об.тв.спл} = 1,1$.

Сталь 20Х12ВНМФ

Заменитель — стали: 15Х12ВНМФ, 18Х11МНФБ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69, ГОСТ 18968—73, ГОСТ 19442—74. Калиброванный прутки ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76, ГОСТ 18968—73. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — бандажы, диафрагмы, болты, гайки, шпильки и другие высоконагруженные детали, работающие при 600 °С. Сталь жаропрочная мартенситного класса.

Температура критических точек, °С: A_{c1} — 805, A_{c2} (A_{cm}) — 870.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	S	P	Cu
	не более							не более		
0,17— 0,23	0,6	0,5— 0,9	10,5— 12,5	0,5— 0,9	0,7— 1,1	0,5— 0,7	0,15— 0,30	0,025	0,030	0,30

Механические свойства прутков сечением 60 мм (ГОСТ 5949—75)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²
	МПа		%		
	не менее				
Закалка 1010—1060 °С, масло. Отпуск 660—770 °С, воздух	590	740	15	50	59

Механические свойства прутков в зависимости от температуры отпуска [180]

Температура отпуска, °С	Время выдержки при отпуске, ч	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²	HB
		МПа		%			

Закалка 1000 °С, масло

650	2	830	950	15	60	78	290
700	2	780	900	16	59	98	255
750	2	660	800	17	63	166	240
650	10	880	1030	14	58	49	300
700	10	780	930	15	59	78	280
750	10	710	830	17	63	117	240

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
274	1/100 000	450	382	10 000	500
98—118		550	103	10 000	600
78		580	343	100 000	500
54		600	88	100 000	600

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 314\text{—}412$ МПа, $n = 10^7$ [180]

Механические свойства при повышенных температурах [180]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

*Прутки диаметром 40—120 мм. Закалка 1050 °С, масло.
Отпуск 700 °С. При 20 °С НВ 255—271*

20	700—730	830—870	15—18	55—59	93—118
300	600—620	720—730	14—15	59—63	127—147
400	570—590	670—680	13—14	55—62	137—147
500	520—570	550—570	14—15	59—78	118—147
550	450—470	500—520	18—19	70—79	127—137
600	355—370	370—395	20—23	79—88	132—147
650	275—315	295—340	26	87	152

*Диск диаметром 750—1020 мм, высотой 300 мм. Закалка 1050 °С, масло.
Отпуск 720 °С. (Образцы тангенциальные) При 20 °С НВ 228—248*

20	600—650	750—810	14—23	41—55	—
100	580—610	720—760	16—18	45—53	78—137
200	540—570	690—710	13—17	37—54	88—147
300	520—540	640—680	13—17	46—51	—
400	500—510	610—670	12—14	45—51	—
500	440—460	510—530	15—19	52—61	—
600	335—355	345—365	21—31	83—85	—

Технологические свойства

Температураковки, °С: начала 1230, конца 900. Сечения до 250 мм подвергаются отжигу с одним переохлаждением, от 250 до 400 мм — отжигу с двумя переохлаждениями

Свариваемость — сталь трудносвариваемая. Способ сварки — РДС, необходимы предварительный подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии при НВ 187 и $\sigma_B = 610$ МПа, $K_{p\text{ б. ст}} = 0,6$.

Сталь 37Х12Н8Г8МФБ

Вид поставки — шлифованный прут и серебрянка ГОСТ 18907—73.

Назначение — диски крепежные и другие детали, работающие с ограниченным сроком службы при 600—650 °С. Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb	V	S	P	Cu
								не более		
0,34—0,40	0,3—0,8	7,5—9,5	11,5—13,5	7,0—9,0	1,1—1,4	0,25—0,45	1,25—1,55	0,030	0,035	0,30

Твердость отожженных прутков диаметром св. 5 мм (ГОСТ 18907—73)—
НВ 269.

Механические свойства прутков сечением 90 мм в зависимости от тепловой выдержки и температуры испытания [180]

Режим термообработки	Тепловая выдержка		Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²
	Температура, °С	Время, ч		МПа		%		
Закалка 1145 °С, выдержка 2,5 ч., вода. Старение 670 °С, выдержка 16 ч. Старение 780 °С, выдержка 16 ч	550	5000	20 650	650—760 490—540	1010 560	19—22 10—19	30 31—47	37—41 —
	600	5000	20 650	660—700 495	980 570	19—22 15—18	28 38—45	34 —
	650	5000	20 650	500 390	880 510	25 13	30 42	34 —
	700	5000	20 650	450 280	810 440—470	24—29 16—20	30 43	29 —

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести %/ч	Температура испытания, °C	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °C
372—441	10 000	550	333—421	1 000	600
333		600	225	1 000	700
235		650	294—353	10 000	600
162		700	176	10 000	700

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 421$ МПа [82].

Механические свойства при повышенных температурах [180]

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

*Прутки сечением 20—90 мм. Закалка 1140 °С, выдержка 1,5—2,5 ч.,
охлаждение в воду. Старение 670 °С, выдержка 12—16 ч.
Старение 780 °С, выдержка 12—16 ч. При 20 °С НВ 275—302*

20	590—780	920—1060	16—24	24—43	31—51
200	540	750	15	37	—
300	520	730	12	36	—
400	490	710	15	36	—
500	480—570	670—750	13—17	32—42	69
600	450—560	590—690	10—16	36—44	49—78
650	420—530	550—630	11—19	34—45	49—78
700	370—520	490—580	10—18	23—39	69

*Диски. Закалка 1140—1150 °С, вода. Старение 670 °С, выдержка 16 ч.
Старение 720 °С, выдержка 12 ч. При 20 °С НВ 354*

20	910	1100	10	32	—
200	820	960	9	36	—
300	810	930	8	31	—
400	780	900	9	24	—
500	710	830	9	30	—
600	650	710	6	28	—
650	630	710	5	18	—

*Образцы диаметром 10 мм и длиной 50 мм, прокатанный и отожженный.
Скорость деформирования 20 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с [81]*

800	245	370	12	22	—
900	165	180	22	59	—
1000	83	92	38	78	—
1100	47	49	45	88	—
1200	24	26	51	79	—
1250	20	21	21	41	—

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С. начала 1220, конца 900. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС (электроды ЦТ-10), ЭПС. Рекомендуется последующая термообработка.

Обработываемость резанием — в термообработанном состоянии при НВ 269
 $K_{\phi \text{ тл. слл}} = 0,4$, $K_{\phi \text{ б. ст}} = 0,2$.

Сталь 13X11H2B2MФ

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — ответственные нагруженные детали, работающие при температуре 600 °С. Сталь жаропрочная мартенситного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	Cu	S	P
	не более							не более		
0,10— 0,16	0,6	0,6	10,5— 12,0	1,50— 1,80	1,6— 2,0	0,35— 0,50	0,18— 0,30	0,30	0,025	0,030

Механические свойства прутков сечением 60 мм (ГОСТ 5949—75)

Режимы термической обработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Закалка 1000—1020 °С, масло или воз- дух. Отпуск:					
660—710 °С, воздух	735	880	15	55	88
540—590 °С, воздух	930	1080	13	55	88

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [106]

Температура отпуска, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB
	МПа		%			

Закалка 1000 °С, масло

200	1330	1520	12	55	61	432
300	1330	1470	13	59	60	420
400	1340	1490	13	54	61	432
450	1380	1500	15	56	54	420
475	1430	1530	13	54	37	440
500	1190	1330	13	60	71	390
550	1090	1240	15	61	88	337
600	910	1090	15	61	105	308
650	750	900	16	63	108	268
700	720	880	17	64	120	250

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Образец диаметром 6 мм и длиной 30 мм, прокатанный.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с

900	105	135	64	87
1000	39	71	58	81
1100	28	41	61	95
1200	22	27	55	87

Механические свойства при испытании на длительную прочность [3]

Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
392	10 000	550 [81]
568	100	500
441	100	550
294	100	600

Ударная вязкость прутков при -70°C КСВ = 13 Дж/см² после термообработки — закалка 1000 °С, масло, отпуск 580 °С, воздух; $\sigma_{0,2}$ = 1040 МПа, σ_B = 1200 МПа, δ_5 = 17 %, ψ = 67 %.

Технологические свойства

Температура ковки, °С: начала 1250, конца 850. Сечения до 400 мм подвергаются низкотемпературному отжигу с двумя переохлаждениями.

Флокочувствительность — чувствительна [106]

Сталь 45X14N14B2M

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69 Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4403—75, ГОСТ 103—76 Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — детали арматуры и трубопроводов, клапаны моторов, крепеж для работы на длительные сроки при температуре до 600 °С и для работы с ограниченными сроками до 650 °С. Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	Cu	S	P
	не более						не более		
0,40— 0,50	0,8	0,7	13,0— 15,0	13,0— 15,0	2,0—2,8	0,25— 0,40	0,30	0,020	0,035

Механические свойства прутков сечением 60 мм (ГОСТ 5949—75)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_F	δ_5	ψ
	МПа		%	
	не менее			
Высокий отпуск 810—830 °С, охлаждение на воздухе	315	710	20	35

**Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки
и температуры испытания [180]**

Тепловая выдержка		Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
Темпера- тура, °С	Время, ч		МПа		%		
550	1000	20	400	840	—	—	78
		550	265	560	23	—	—
		650	260	540	17	—	—
		700	245	410	16	—	—
600	1000	20	400	800	18	37	59
		550	305	610	—	28	—
		600	315	550	—	19	—
		700	280	405	16	30	—
700	1000	20	425	810	—	33	73
		600	260	485	20	46	—
		650	265	465	19	44	—
		700	255	390	17	39	—

Механические свойства прутков при повышенных температурах [180]

Температура испытания °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 1175 °С, вода. Старение 750 °С, 5 ч

20	375	775	37	49	96
500	—	—	—	—	73
550	255	570	22	32	—
600	250	490	16	26	64
650	235	435	13	25	73
700	215	340	11	22	77
750	195	275	9	18	81

**Механические свойства при испытании на длительную прочность
(ГОСТ 5949—75)**

Предел ползучести МПа, не менее	Скорость ползучести, %/ч	Температу- ра испыта- ния, °С	Предел длитель- ной проч- ности, МПа, не менее	Длитель- ность испы- тания, ч	Температу- ра испы- тания, °С
176	1/10 000	600	176	10 000	600
78	1/100 000	600	147	100 000	600
36	1/10 000	700	23	10 000	700
16	1/100 000	700	274	100	600

Предел выносливости [180]

σ_{-1} , МПа	n	Образцы
323 289	10 ⁷ 10 ⁷	С надрезом Гладкие

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1160, конца 850. Сечения до 300 мм охлаждаются в штабелях на воздухе.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — РДС. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется последующая термообработка.

Обработываемость резанием — в закаленном состоянии при HB 229—241 $K_{\phi \text{ б. ст}} = 0,25$, $K_{\phi \text{ тв. спл}} = 0,7$ [82].

Сталь 40X15H7Г7Ф2МС

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — крепежные детали, работающие при температуре 650 °С. Сталь легированная, аустенитного класса, жаропрочная, дисперсионно-твердеющая.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	W	S	P	Cu
							не более			
0,38— 0,47	0,9— 1,4	6,0— 8,0	14,0— 16,0	6,0— 8,0	0,65— 0,95	1,5— 1,9	0,2	0,020	0,035	0,30

Механические свойства прутков сечением 60 мм (ГОСТ 5949—75)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см
	МПа		%		
	не менее				
Закалка 1170—1190 °С, вода или воздух. Старение 780—820 °С. Выдержка 8—10 ч, воздух	590	880	15	15	29

Механические свойства при 20 °С в зависимости от тепловой выдержки

Режим термообработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	Темпе- ратура, °C	Время, ч	МПа		%		
Закалка 1180 °C, 1 ч, вода.	700	100	510	930	22	18	24
Нагрев 1000 °C, 1 ч, воздух		500	490	880	19	17	20
		2000	470	810	18	15	20

Механические свойства при повышенных температурах [177]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Нагрев 1170—1190 °С, вода или воздух.
Старение 800 °С, выдержка 8—10 ч, воздух

20	600	1000	15	15
300	550	810	13	26
400	540	780	12	23
500	—	700	12	23
600	500	640	9	23
700	430	520	8	32
800	280	380	8	17
900	—	250	7	18
1000	—	160	6	21

Нагрев 1180 °С, выдержка 1 ч, вода.
Нагрев 1000 °С, выдержка 1 ч, воздух

20	480	940	30	28
600	360	640	16	24

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 510$ МПа при $n = 10^7$ после термообработки — нагрев 1170—1190 °С, вода или воздух; старение 800 °С, выдержка 8—10 ч, воздух; $\sigma_B = 1000$ МПа, $\sigma_{0,2} = 600$ МПа.

Механические свойства при испытании на длительную прочность [94]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температу- ра испыта- ния, °С	Предел длитель- ной проч- ности, МПа	Длитель- ность испы- тания, ч	Температу- ра, °С
240	0,2/100	500	320	1 000	600
230		600	180		700
155		700	84		800
80	0,2/1 000	800	250	10 000	600
130		650	110		700
120		650	50		800
80	0,2/10 000	650	Св. 137 *	75	800

* — данные по ГОСТ 5949—75

Технологические свойства [177]

Температураковки, °С: начала 1160, конца 1000.

Сталь 08Х17Н13М2Т

Заменитель — сталь 10Х17Н13М2Т.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруткок и се-ребрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 7350—77, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—77.

Назначение — сварные конструкции, крепежные детали, работающие в сре-дах повышенной агрессивности при 600 °С. Сталь коррозионно-стойкая аустенит-ного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mg	Cr	Ni	Ti	Mo	S	P	Cu
не более							не более		
0,08	0,8	2,0	16,0—18,0	12,0—14,0	5·C—0,7	2,0—3,0	0,020	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1050—1100 °С, воз- дух, масло или вода	60	196	490	40	50
7350—77	Листы горячекатаные и холоднока- таные. Закалка 1030—1080 °С, вода или воздух (образцы поперечные)	Св. 4	196	509	40	—

Технологические свойства [50]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 850. Охлаждение в штабелях на воздухе.

Свариваемость — сталь хорошо сваривается ручной и автоматической элек-тродуговой и газоэлектрической сваркой. Для ручной сварки рекомендуют использовать электроды ЭА-400/10У и НЖ-13, обеспечивающие стойкость свар-ных соединений к межкристаллитной коррозии. Для автоматической сварки используют проволоку Св-04Х19Н11 и Св-06Х19Н10М3Т в сочетании с флю-сами АН-26, АНФ-14, АНФ-6.

Сталь 10X17H13M2T

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 7350—77, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Лента ГОСТ 4986—79. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Проволока ГОСТ 18143—72. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 25054—81, ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 9940—81, ГОСТ 9941—81, ГОСТ 11068—81.

Назначение — сварные конструкции, работающие в средах повышенной агрессивности, предназначенные для длительных сроков службы при 600 °С. Сталь коррозионно-стойкая аустенитного класса

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Mo	Cu	S	P
не более							не более		
0,10	0,8	2,0	16,0—18,0	12,0—14,0	5·С—0,7	2,0—3,0	0,30	0,020	0,035

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	σ _{0,2}	σ _в	δ ₅	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1050—1100 °С, воз- дух, масло или вода	60	215	510	40	55
7350—77	Листы горячекатаные и холоднока- таные. Закалка 1030—1080 °С, вода или воздух (образцы поперечные)	Св. 4	236	530	37	—
5582—75		До 3,9	—	530	38	—
25054—81	Поковки. Закалка 1050—1100 °С, во- да или воздух	До 1000	196	510	35	45
9940—81	Трубы бесшовные: горячедеформи- рованные без термообработки	3,5—32	—	529	35	—
9941—81	холодно- и теплodeформированные термообработанные	0,2—22	—	529	35	—

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1180, конца 850. Сечения до 300 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — без ограничений ручной и автоматической электродуговой и газoeлектрической сваркой. Для РДС рекомендуют использовать электроды ЭА-400/10У и НЖ-13, обеспечивающие стойкость сварных соединений к межкристаллитной коррозии. Для автоматической сварки рекомендуется использовать проволоку Св-04Х18Н11 и Св-06Х19Н10М3Т в сочетании с флюсами АН-26, АНФ-14, АНФ.

Сталь 31X19H9MBT

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прут — ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прут — и се-ребрянка ГОСТ 14955—77. Полоса — ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованные заготовки — ГОСТ 1133—71.

Назначение — роторы, диски, болты, крепежные детали, валы, работающие при 600 °С. Сталь жаропрочная аустенитного класса

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	W	Mo	Nb	Cu	S	P
	не более								не более		
0,28—0,35	0,8	0,8—1,5	18,0—20,0	8,0—10,0	0,2—0,5	1,0—1,5	1,0—1,5	0,2—0,5	0,30	0,020	0,035

Механические свойства прутка сечением 60 мм (ГОСТ 5949—75)

Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
	не менее			
Закалка 1140—1180 °С, вода Старение 750—800 °С, 15 ч, воздух	295	590	30	40

Механические свойства при 20 °С в зависимости от тепловой выдержки [180]

Состояние стали, режимы термо- обработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Температу- ра, °С	Время ч	МПа		%		
Диск диаметром 900 мм. Образцы радиальные	600	6 000	790	370	32	44	60
	600	20 000	830	410	27	35	40
	600	60 000	860	410	19	19	24
	650	6 000	610	330	28	33	38
	650	30 000	860	430	17	17	14
	700	1 000	790	370	20	36	46
	700	6 000	810	330	16	—	12
	750	6 000	660	310	—	—	12
	750	20 000	470	320	—	—	6
	750	40 000	530	350	—	—	5
	750	60 000	430	370	3	14	6
	800	1 000	780	350	23	26	22
800	6 000	610	340	—	—	12	
Пруток. Закалка 1150 °С, вода	650	10 000	950	450	22	48	80

Дополнительные данные — сталь азотируется по двухступенчатому режиму — нагрев до 650 °С, выдержка в среде 35 ч + нагрев до 700 °С, выдержка 35 ч.

Механические свойства при испытании на длительную прочность

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
Св. 108 *	1/100 000	600	Св. 235 *	10 000	600
Св. 78 *	1/100 000	650	Св. 216 *	100 000	
147—186	1/10 000	600	Св. 167 *	10 000	650
42	1/100 000	700	Св. 147 *	10 000	

* — данные (ГОСТ 5949—75)

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Пруток. Диск. Закалка 1150—1180 °С, вода.

Старение 700 °С, выдержка 50 ч [180]

20	315—420	725—860	32—50	25—58	39—127
300	315	690	32	46	147
400	305	660	28	43	137
500	275	620	26	45	142
600	255	580	26	46	93
700	245	410	21	40	98
800	195	235	29	64	—

Диск. Ротор. Закалка 1150—1180 °С, вода.

Старение 750 °С, выдержка 12—15 ч. (Образцы тангенциальные) [180]

20	340—570	600—840	9—34	10—42	20—83
300	285—390	560—580	12—23	19—34	29
450	265—380	520—580	12—23	16—34	34
500	255—400	520—580	12—24	16—38	29—98
550	235—330	490—520	13—24	16—34	39
600	235—330	490—510	15—21	16—39	39—108
650	245—320	410—470	12—23	16—41	39—167
700	235—255	340—420	17—29	25—53	39—127

Пруток. Диск. Закалка 1150—1180 °С, вода.

Старение 800 °С, 15 ч, воздух [180]

20	320—390	730—820	31—44	40—49	93
600	245	480	20	46	108
650	235	430	24	55	108

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, кованный и отожженный [81].
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с

800	275	315	33	68	—
900	205	215	28	67	—
1000	115	125	45	85	—
1100	66	80	54	90	—
1200	41	49	59	94	—

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1230, конца 900. Охлаждение на воздухе. Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — РДС. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется термообработка.

Обрабатываемость резанием — в термообработанном состоянии НВ 175, $\sigma_B = 590$ МПа, $K_{\text{вб. ст}} = 0,3$, $K_{\text{в тв спл}} = 0,6$.

Жаростойкость [180]

Среда	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
75 % N ₂ + 17,5 % O ₂ + 4 % CO ₂ + 0,5 % SO ₂	650	10 000	0,01—0,011	4

Сталь 10X14Г14Н4Т

Заменитель — стали: 20X13Н4Г9, 12X18Н9Т, 12X18Н10Т, 08X18Н10Т.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутост ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 7350—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованные заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — для изготовления разнообразного сварного оборудования, работающего в средах химических производств слабой агрессивности, криогенной техники до —253 °С, а также для использования в качестве жаростойкого и жаропрочного материала до 700 °С. Сталь коррозионно-стойкая аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
не более						не более		
0,10	0,8	13,0—15,0	13,0—15,0	2,8—4,5	5.(C—0,02)—0,6	0,020	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1000—1080 °С, мас- ло, вода или воздух	60	245	640	35	50
7350—77	Листы горячекатаные и холоднока- таные. Закалка 1050—1080 °С, вода или воздух (образцы поперечные).	Св. 4	245	588	40	—
5582—75		До 3,9	290	690	35	—

Механические свойства при повышенных температурах [170]

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Лист толщиной 12 мм. Закалка 1050 °С, вода

20	270	730	52	72	250
400	130	460	53	67	—
500	110	390	38	63	—
600	90	270	39	62	—
700	80	220	48	63	—

Лист толщиной 16 мм. Закалка 1050 °С, вода

800	100	160	44	62	330
900	90	100	66	67	330
1000	—	50	64	85	270
1100	—	20	49	74	190
1200	—	15	68	60	180

Механические свойства при испытании на длительную прочность [170, 82]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
160	1/1 000	600	265—274	100	600
50		700	176—196	1000	
100	1/10 000	600	147—167	100	700
28		700	88—108	1000	

**Механические свойства в зависимости от степени
холодной пластической деформации [170, 28]**

Степень деформации, %	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Лист толщиной 3 мм. Закалка 1050 °С, вода. Деформация обжатием

Исходное состояние	270	730	52	—	—
20	900	1050	15	—	—
40	1170	1200	10	—	—
60	—	1500	2	—	—

Пластина 12×30×220 мм из листа. Деформация растяжением

Исходное состояние	230	820	59	64	294
0,5	250	810	64	65	283
10	400	850	57	65	225
20	630	910	46	64	169

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [139]

Температура, °С		Гермообработка
— 90	— 100	
343	314	Закалка 1050 °С, вода

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1150, конца 850

Свариваемость — сталь удовлетворительно сваривается всеми видами сварки. Для ручной дуговой сварки применяются электроды типа ЭА-1, ЭА-1А, ЭА-1БА. Автоматическая сварка производится под флюсом АН-26 [170].

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Жаростойкость [170]

Среда	Температура, °С	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	700	0,1	5
	800	0,35	6

Коррозионная стойкость [164]

Среда	Температура, °С	Глубина коррозии, мм/год
10 % HNO ₃	80	0,0291
50 % HNO ₃	<i>t</i> _{кип}	2,5227
10 %-ная уксусная кислота	<i>t</i> _{кип}	0,7501

Сталь 14X17H2

Заменитель — сталь 20X17H2.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73. Лист толстый ГОСТ 7350—77, Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — рабочие лопатки, диски, валы, втулки, фланцы, крепежные и другие детали, детали компрессорных машин, работающие на нитрозном газе, детали, работающие в агрессивных средах и при пониженных температурах. Сталь коррозионно-стойкая, жаропрочная мартенситоферритного класса.

Температура критических точек, °С [136]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₁
720	830	700

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Ti	Cu
	не более				не более			
0,11—0,17	0,8	0,8	16,0—18,0	1,5—2,5	0,025	0,030	0,2	0,30

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	KCU, Дж/см²	НВ, не более
			МПа		%			
			ис менее					
ГОСТ 5949—75	Прутки. Закалка 975—1040 °С, масло. Отпуск 275—350 °С, воздух	60	835	1080	10	30	49	—
	Закалка 1000—1030 °С, масло. Отпуск 620—660 °С, воздух		635	835	16	55	75	—

Источник	Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 7350—77	Листы горячеката- ные или холоднока- танные. Закалка 960—1050 °С, вода или воздух. Отпуск 275—350 °С, воздух (образцы попереч- ные)	Образ- цы	882	1078	10	—	—	—
ГОСТ 25054—81	Поковки. Закалка 980—1020 °С, масло. Отпуск 680—700 °С, воздух	До 1000	637	784	12	30	49	248—293
[83]	Поковки. Закалка 1010—1030 °С, мас- ло. Двойной отпуск 665—675 °С, печь или воздух	До 100	540	690	15	40	59	228—269

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска [180]

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
<i>Пруток Отжиг 760—780 °С, 2 ч, охлаждение с печью. Закалка 950—975 °С, 1 ч, масло</i>						
300	930—950	1260—1280	16	59—61	78—95	400—444
400	980—1050	1290—1330	16—17	60—62	61—68	388—444
500	970—1000	1110—1200	14—15	60	54—98	363—388

Механические свойства при повышенных температурах [180]

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
<i>Пруток. Отжиг 760—780 °С, 2 ч, охлаждение с печью. Закалка 950—975 °С, 1 ч, масло. Отпуск 600 °С, 3—6 ч. При 20 °С НВ 269—302</i>					
20	680—710	860—880	19—22	60—63	118—147
300	620—640	720	16	65—67	—
400	580—590	670—680	14—15	63—64	—
500	510	550—570	17—18	68—70	—
550	430	460	20	81	—

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Поковки дисков диаметром 700 мм и высотой 30—80 мм.
Отжиг с двумя переохлаждениями 200—230 °С и 140—180 °С.
Закалка 960—980 °С, масло. Отпуск 640—670 °С.
(Образцы тангенциальные). При 20 °С НВ 285

20	680—690	870—890	16	52—55	90—101
200	630—650	780	12—15	47—53	93—108
300	610—630	730—760	11—13	50—53	108—132
400	600—630	730—750	11—12	45	98—117
500	500—540	560—610	15	54—56	103—122
600	280—310	330—340	23—30	83—84	127

Деформированное состояние. Скорость деформирования 2,5 мм/мин [81]

700	—	215	58	90	—
800	—	145	70	92	—
900	—	98	75	88	—
1000	—	59	80	90	—
1100	—	29	80	90	—
1200	—	20	80	88	—
1250	—	20	68	80	—

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [128]

Температура, °С				Лист толщиной 10 мм в состоянии поставки. Образцы
+20	—20	—40	—60	
56	51	49	47	Поперечные
71	53	53	52	Продольные

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 451$ МПа, $n = 10^7$ [81].

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81, 82]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
274	2/100	450	608—686 588—666 617	1000 2000 200	400 450

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С начала 1250, конца 900. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки РДС, АрДС. Сварные соединения в зоне термического влияния обладают пониженной стойкостью к МКК и общей коррозии, поэтому после сварки необходим отпуск при 680—700 °С в течение 30—60 мин.

Обрабатываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при НВ 330, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,4$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,3$.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна [82].

Коррозионная стойкость

Среда	Температура °С	Длительность испытания, ч	Глубина коррозии, мм/год
Вода дистиллированная	300	50	0,08
Пар—воздух	100	100	0,005

Жаростойкость [81]

Среда	Температура, °С	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	900 1000	0,904 2,010	Пониженно-стойкая Малостойкая

Сталь 12Х18Н9

Заменитель — стали: 20Х13Н4Г9, 12Х17Г9АН4, 10Х14Г14Н4Т.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутки и се-ребрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73. Лист толстый ГОСТ 7350—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Проволока ГОСТ 18143—72. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 25054—81. Трубы ГОСТ 9940—81, ГОСТ 9941—81, ГОСТ 14162—79.

Назначение — холоднокатаный лист и лента повышенной прочности для различных деталей и конструкций, свариваемых точечной сваркой, а также для изготовления труб и других деталей. Сталь коррозионно-стойкая и жаростойкая аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Ti	Cu
не более					не более			
0,12	0,8	2,0	17,0—19,0	8,0—10,0	0,020	0,035	0,5	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅ (δ _L)
			МПа		%
			не менее		
5949—75	Прутки. Закалка 1050— 1100 °С, воздух, масло, вода	60	196	490	45

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_4 , (δ_4)
			МПа		%
			не менее		
18907—73	Прутки шлифованные, обработанные на заданную прочность	1—30	—	640—880	20
7350—77 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные и холоднокатаные: закалка 1050—1120 °С, вода или водяной душ	Св. 4	216	530	38
5582—75 (Образцы поперечные)	закалка 1050—1080 °С, вода, воздух	До 3,9	—	540	38 13
	Листы нагартованные	До 3,9	—	930—1230	
25054—81	Поковки. Закалка 1050—1100 °С, вода	До 1000	196	490	35
4986—79	Лента холоднокатаная: закалка 1050—1080 °С, вода, воздух полунагартованная нагартованная высоконагартованная	0,2—2	—	540 800 1000 1150	(35) (15) (5) (3)
9940—81	Трубы бесшовные: горячедеформированные без термообработки	3,5—32		529	40
9941—81	холодно- и теплodeформированные термообработанные	0,2—22		549	37

Механические свойства при повышенных температурах [94]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Пруток. Закалка 1080 °С, воздух

20	230	560	46	66	220
200	180	450	36	68	250
300	160	420	29	66	260
400	150	420	26	61	290
500	140	400	30	60	200
550	140	390	31	61	270
600	120	350	28	51	200
650	120	280	27	52	250
700	120	270	20	40	260

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Образец диаметром 10 мм и длиной 50 мм, прокатанный.
Скорость деформирования 1,1 мм/мин. Скорость деформации 0,0004 1/с [81]

700	—	210	47	76	—
800	—	120	57	70	—
900	—	68	65	66	—
1000	—	38	56	60	—
1100	—	30	64	59	—
1200	—	16	45	71	—

Механические свойства в зависимости от степени пластической деформации * [153]

Степень обжатия, %	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %	Степень обжатия, %	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа				МПа		
0	215	590	72	20	390	730	41
5	255	630	64	25	430	770	32
10	305	670	55	30	430	800	20
15	355	710	47				

* Деформация растяжением

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С			Состояние поставки и термообработка
+20	-40	-78	
330	314	307	Прутки диаметром 20 мм. Закалка 1150 °С, вода Прутки диаметром 22 мм. Закалка 1100 °С, $\sigma_B = 670$ МПа, $\sigma_{0,2} = 245$ МПа В состоянии поставки
333	—	333	
183	—	165	

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 490$ МПа при $n = 79 \cdot 10^{-6}$ и $\sigma_B = 1450$ МПа [2].

Механические свойства при испытании на длительную прочность [3]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытаний, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность, ч	Температура, °С
118	1/10 000	540	127	10	704
48		650	66		815
			98	100	704
			43		815

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — без ограничений.

Коррозионная стойкость [43]

Среда	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина коррозии, мм/год
Вода	20	—	0,1
Воздух влажный +HCl	20	3288	0,078
Морская вода	80	142	0,008

Сталь 17X18H9

Заменитель — сталь 20X13H4Г9.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруткок ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруткок и се-ребрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73. Лист толстый ГОСТ 7350—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Проволока ГОСТ 18143—72. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 9940—81, ГОСТ 9941—81.

Назначение — холоднокатаный лист и лента повышенной прочности для различных деталей и конструкций, свариваемых точечной сваркой, а также для изделий, подвергаемых точечной сварке. Сталь коррозионно-стойкая аустенит-ного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Ti	Cu
	не более				не более			
0,13—0,21	0,8	2,0	17,0—19,0	8,0—10,0	0,020	0,035	0,5	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	σ_B , МПа	δ_5 , (δ ₄), %
			не менее	
5949—75	Прутки. Закалка 1050—1100 °С, воздух, масло, вода	60	570	40
18907—73	Прутки шлифованные, обработан-ные на заданную прочность Прутки нагартованные	1—30	590—880	20
		До 5 Св. 5	930 880	— —

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	σ_a , МПа	δ_s , (δ_a), %
			не менее	
7350—77 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные или холодно- катаные: закалка 1080—1120 °С, вода	Св. 4	588	35
5582—75 (Образцы поперечные)	закалка 1050—1100 °С, вода или воздух Лист нагартованный Лист полунагартованный	До 3,9	590 980—1220 730—980	35 13 18
4986—79	Лента холоднокатаная: закалка 1050—1080 °С, вода или воздух полунагартованная нагартованная высоконагартованная	До 0,2 0,2—2,0 До 0,2 0,2—2,0 До 0,2 0,2—2,0 До 0,2 0,2—2,0	580 580 800 800 1000 1000 1150 1150	(17) (34) (8) (15) (3) (5) (2) (3)
18143—72	Проволока: термообработанная нагартованная	0,2—1,0	590—880 1080	20 —
9940—81	Трубы бесшовные горячедеформи- рованные без термообработки	3,5—32	568	40
9941—81	Трубы холодно- и теплodeформи- рованные термообработанные	0,2—22	568	35

Механические свойства при
повышенных температурах [15]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ
	МПа		%	
Закалка 1100 °С				
20	380	830	45	51
600	350	560	33	55
700	210	410	33	52
800	190	255	34	64
900	—	150	45	81
1000	—	47	53	86

Механические свойства
в зависимости от степени
пластической деформации [170]

Степень деформации, %	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_s , %
	МПа		
0	500	830	67
10	750	950	45
20	900	1050	38
30	1030	1150	25
40	1140	1230	21
50	1220	1300	18
60	1280	1350	17
70	1350	1400	12

Ударная вязкость прутков КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С			Сечение, мм	Термообработка
+20	—40	—80		
294	—	294	25	Закалка 1100 °С, вода Закалка 1150 °С, вода Закалка 1150 °С, вода $\sigma_{0,2} = 260$ МПа, $\sigma_B = 710$ МПа
349	387	362	20	
304	267	245	22	

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850, Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Коррозионная стойкость

Среда	Температура, °С	Глубина коррозии, мм/год
0,5—99 % раствор HNO ₃	20	0,1

Сталь 08X18H10

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78 Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73. Лист толстый ГОСТ 7350—77, Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Лента ГОСТ 4986—79. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Проволока ГОСТ 18143—72. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 25054—81. Трубы ГОСТ 9940—81, ГОСТ 9941—81.

Назначение — трубы, детали печной аппаратуры, теплообменники, муфели, реторты, патрубки, коллекторы выхлопных систем, электроды искровых зажигательных свечей, сварные аппараты и сосуды химического машиностроения, работающие при температуре от —196 до 600 °С в средах средней активности. Сталь коррозионно-стойкая и жаропрочная аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Ti	Cu
не более					не более			
0,8	0,8	0,2	17,0—19,0	9,0—11,0	0,020	0,035	0,5	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5,$ (δ_4)	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1020—1100 °С, воздух, масло, вода	60	196	470	40	55
18907—73	Прутки шлифованные, обработанные на заданную прочность	1—30	—	640—780	20	—
7350—77 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные и холоднокатаные. Закалка 1050—1100 °С, вода или воздух	Св. 4	206	509	43	—
25054—81	Поковки. Закалка 1050—1100 °С, вода или воздух	До 1000	196	470	40	45
4986—79	Лента холоднокатаная. Закалка 1050—1080 °С, вода, воздух	0,2—2,0	—	540	(40)	—
18143—72	Проволока: термообработанная нагартованная	0,2—1,0	—	590—880	20	—
			—	1080	—	—

Механические свойства при испытании на длительную прочность [82]

Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
39	10 000	704
18	10 000	815

Механические свойства при повышенных температурах [82]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Закалка 1000—1120 °С, охлаждение в воде

20	210	570	60	70
400	110	410	46	69
480	98	380	45	69
540	96	360	44	70
600	82	330	39	58
650	76	290	37	44
700	74	235	35	36
750	73	185	31	28
800	69	150	30	18

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С			Состояние поставки
+20	—40	—78	
75—93 187—206	78—93 183—301	71—75 184—302	Холоднокатаное состояние Горячекатаное состояние

Технологические свойства

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850. Сечения до 300 мм охлаждаются в штабелях на воздухе.

Свариваемость — без ограничений. Способ сварки: РДС — электроды ОЗЛ-8, ОЗЛ-12 на проволоке 02Х19Н9, КТС, ЭПС. Рекомендуется последующая термобработка [82]

Коррозионная стойкость

Среда	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина коррозии, мм/год
Вода, пар	600	—	0,1
Морская вода	20	—	0,1
5 % раствор Н ₂ SO ₄	20	384	0,6

Сталь 12Х18Н9Т

Заменитель — стали: 10Х14Г14Н4Т, 12Х17Г9АН4, 12Х18Н10Т.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 5949—75, ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73. Лист толстый ГОСТ 7350—77. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Проволока ГОСТ 18143—72. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 25054—81.

Назначение — сварная аппаратура, трубы, детали печной арматуры, теплообменники, муфелы, детали выхлопных систем, листовые и сортовые детали. Аппараты и сосуды, работающие при температуре от —196 до 600 °С под давлением, а при наличии агрессивных сред до 350 °С. Сталь коррозионно-стойкая, жаростойкая аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Cr	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
не более						не более		
0,12	0,8	2,0	17,0—19,0	8,0—9,5	5.С—0,8	0,020	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1020—1100 °С, воздух, масло, вода	60	196	540	40	55
18907—73	Прутки шлифованные, обработанные на заданную прочность	1—30	—	540—880	20	—
	Прутки нагартованные	До 5	—	935	—	—
7350—77 (Образцы) поперечные	Листы горячекатаные или холоднокатаные. Закалка 1030—1080 °С, вода или воздух	Св. 4	216	530	38	—
25054—81	Поковки. Закалка 1050—1100 °С, воздух или вода	До 1000	216	510	35	40
18143—72	Проволока: термообработанная нагартованная	1—6	—	540—880	20	—
			—	1080	—	—

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
74—78	1/100 000	600	186—235 132—167	10 000	550 600
			137—196 98—127	100 000	550 600

Ударная вязкость прутков сечением 18—25 мм КСУ, Дж/см² [170]

Температура, °С		Термообработка
+20	—70	
250	250	Закалка 1050 °С, вода. $\sigma_B = 620$ МПа, $\sigma_{0,2} = 280$ МПа

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	n
279 196—235	— 132	10^7 [81] — [86]

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Прутки диаметром 18—25 мм. Закалка 1050 °C, вода [170]

20	280	620	41	63
300	200	460	31	65
400	180	450	31	65
500	180	450	29	65
600	180	400	25	61
700	160	280	26	59
800	100	180	35	69

Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, прокатанный.
Скорость деформирования 20 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с [81]

800	155	200	27	57
900	110	120	41	90
1000	58	66	50	95
1100	35	38	66	99
1200	22	26	79	100

Лист толщиной 2 мм. Нагартовка со степенью холодной
пластической деформации 60 % [170]

20	1290	1330	10	—
300	970	1080	6	—
500	780	870	10	—
700	360	420	29	—

Механические свойства листа в зависимости от степени пластической деформации [170]

Степень обжатия, %	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		

Закалка 1050 °C, вода

0	280—400	550—650	40—50
30	900	950	12
70	1150	1250	3

Чувствительность к охрупчиванию при старении [81]

Время, ч	Температура, °С	KCU, Дж/см ²
Исходное состояние		245
10 000	500	186
20 000	550	220
10 000	600	215

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС электродами ЦЛ-11, ЦТ-15 (обеспечивающие коррозионную стойкость), ЦТ-26 (используемый как жаропрочный без требований по МКК), ЭШС. Рекомендуется последующая термообработка.

Обработываемость резанием — в закаленном состоянии при HB 169 и $\sigma_B = 610$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 0,85$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,35$.

Жаростойкость [81]

Среда	Температура, °С	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Перегретый пар	600	0,0018	2
Воздух	650	0,0022	2
Воздух	750	0,013	4

Сталь 12Х18Н10Т

Заменитель — стали: 08Х18Г8Н2Т, 10Х14Г14Н4Т, 12Х17Г9АН4, 08Х22Н6Т, 08Х17Т, 15Х25Т, 12Х18Н9Т.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73. Лист толстый ГОСТ 7350—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Лента ГОСТ 4986—79. Проволока ГОСТ 18143—72. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 25054—81, ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 9940—72, ГОСТ 9941—72, ГОСТ 14162—79.

Назначение — детали, работающие до 600 °С. Сварные аппараты и сосуды, работающие в разбавленных растворах азотной, уксусной, фосфорной кислот, растворов щелочей и солей и другие детали, работающие под давлением при температуре от —196 до +600 °С, а при наличии агрессивных сред до +350 °С. Сталь коррозионно-стойкая аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	ε	P	Cu
не более						не более		
0,12	0,8	2,0	17,0—19,0	9,0—11,0	5.С—0,8	0,020	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1020—1100 °С, воздух, масло или вода	60	196	510	40	55
18907—73	Прутки шлифованные, обработанные на заданную прочность Прутки нагартованные	— До 5	— —	590—830 930	20 —	— —
7350—77 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные или холоднокатаные: закалка 1000—1080 °С, вода или воздух	Сн, 4	236	530	38	—
5582—75 (Образцы поперечные)	закалка 1050—1080 °С, вода или воздух нагартованные	До 3,9 До 3,9	205 —	530 880—1080	40 10	— —
25054—81	Поковки. Закалка 1050—1100 °С, вода или воздух	До 1000	196	510	35	40
18143—72	Проволока термообработанная	1,0—6,0	—	540—880	20	—
9940—81	Трубы бесшовные горячедеформированные без термообработки	3,5—32	—	529	40	—

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
Закалка 1050—1100 °С, охлаждение на воздухе					
20	225—315	550—650	46—74	66—80	215—372
500	135—205	390—440	30—42	60—70	196—353
550	135—205	380—450	31—41	61—68	215—353
600	120—205	340—410	28—38	51—74	196—358
650	120—195	270—390	27—37	52—73	245—353
700	120—195	265—360	20—38	40—70	255—353

**Механические свойства при испытании на длительную прочность
(ГОСТ 5949—75)**

Предел ползучести, МПа, не менее	Скорость ползучести %/ч	Температу- ра испы- тания, °С	Предел длитель- ной проч- ности, МПа, не менее	Длитель- ность испы- тания, ч	Температу- ра испы- тания, °С
74 29—39	1/100 000	600 650	147 78—98	10 000	600 650

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С			Полоса 8×40 мм в состоянии поставки
+20	-40	-75	
286	303	319	

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 279$ МПа, $n = 10^7$,

Чувствительность к охрупчиванию при старении [81]

Время, ч	Температура, °С	КСУ, Дж/см
Исходное состояние		274
5000	600	186—206
5000	650	176—196

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850, Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — сваривается без ограничений, Способы св рки: РДС (электроды ЦТ-26), ЭШС и КТС. Рекомендуется последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в закаленном состоянии при НВ 169 и $\sigma_B = 610$ МПа, $K_{\text{с т в. спл}} = 0,85$, $K_{\text{с т в. ст}} = 0,35$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Жаростойкость [154]

Среда	Температура, °С	Группа стойкости или балл
Воздух	650	2—3
	750	4—5

По жаростойкости близка к стали 12Х18Н9Т.

Сталь 08X18H10T

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78 Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77, ГОСТ 18907—73. Лист толстый ГОСТ 7350—77, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74 Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Лента ГОСТ 4986—79 Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76 Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 25054—81. Трубы ГОСТ 9940—81, ГОСТ 9941—81, ГОСТ 11068—81, ГОСТ 10498—82, ГОСТ 14162—79.

Назначение — сварная аппаратура, работающая в средах повышенной агрессивности (растворах азотной, уксусной кислот, растворах щелочей и солей), теплообменники, муфели, трубы, детали печной арматуры, электроды искровых зажигательных свечей. Сталь коррозионно-стойкая и жаростойкая аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
не более						не более		
0,08	0,8	2,0	17,0—19,0	9,0—11,0	5·C—0,7	0,020	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1020—1100 °С, охлаждение на воздухе, в масле, воде	60	196	490	40	55
18907—73	Прутки шлифованные, обработанные на заданную прочность	1—30	—	590—830	20	—
7350—77 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные и холоднокатаные: закалка 1000—1080 °С, вода или воздух	Св. 4	206	509	43	—
5582—75 (Образцы поперечные)	закалка 1050—1080 °С, вода или воздух	До 3,9	—	520	40	—
25054—81	Поковки. Закалка 1050—1100 °С, вода или воздух	1000	196	490	35	40
9940—81	Трубы бесшовные горячедеформированные без термообработки	3,5—32	—	510	40	—

Ударная вязкость прутков сечением 12 мм [42]

Показатель	Температура, °С		Термообработка
	+20	—25	
KCV, Дж/см ² KCT, Дж/см ²	216 167	181 147	Закалка 1050 °С, вода

Механические свойства при повышенных температурах [127]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
20	275	610	41	63	245
300	200	450	31	65	—
400	175	440	31	65	313
500	175	440	29	65	363
600	175	390	25	61	353
700	160	270	26	59	333

Механические свойства при испытании на длительную прочность [11]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
74 29—39	1/100 000	600 650	147 108	10 000 100 000	600
			78—98	10 000	650

Технологические свойства [81]

Температура ковки, °С: начала 1220, конца 900. Сечения до 300 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, АрДС, КТС и ЭШС.

По коррозионной стойкости и жаростойкости сталь близка к стали марки 12Х18Н10Т.

Сталь 12Х18Н12Т

Заменитель — стали: 12Х18Н9, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутки ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78, ГОСТ 7417—75. Шлифованный прутки и се-ребрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 7350—77, ГОСТ 19903—74,

ГОСТ 19904—74. Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71. Трубы ГОСТ 9940—81, ГОСТ 9941—81, ГОСТ 14162—79.

Назначение — различные детали, работающие при температуре от —196 до 600 °С в агрессивных средах. Сталь коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
не более						не более		
0,12	0,8	2,0	17,0—19,0	11,0—13,0	5.С—0,7	0,020	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1020—1100 °С, воз- дух, масло, вода	60	195	540	40	55
7350—77	Лист горячекатаный или холодно- катаный. Закалка 1000—1080 °С, во- да или воздух. (Образцы поперечные)	Св. 4	236	530	38	—
9940—81	Трубы бесшовные: горячедеформированные без термо- обработки	3,5—32	—	529	40	—
9941—81	холодно- и теплodeформированные термообработанные	0,2—22	—	549	35	—

Механические свойства при повышенных температурах [82]

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ³
	МПа		%		

Закалка 1050—1100 °С, воздух

20	225—315	550—640	46—74	66—80	215—372
500	140—205	390—440	30—42	60—70	196—353
550	140—205	380—450	31—41	61—68	215—353
600	120—205	340—410	28—38	51—74	196—353
650	120—195	270—390	27—37	52—73	245—353
700	120—195	265—350	20—38	40—70	255—353

Механические свойства при испытании на длительную прочность [82]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
74—78	1/100 000	600	132—167 53—71	10 000	600 700
			98—127 34—44	100 000	600 700

Предел выносливости [82]

σ_{-1} , МПа	n	Образцы	Примечание
270 113	10^7 10^7	Гладкие С надрезом	$\sigma_B = 630$ МПа. Надрез кольцевой с $R = 0,2$ мм, углом 60° и высотой над реза 1,75 мм

Чувствительность к охрупчиванию при старении [81]

Время, ч	Температура, °С	КСУ, Дж/см ²
10 000	Исходное состояние	294
	600	206
	650	216—225
	700	206—235
3 000	750	225

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1200, конца 850. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость — способы сварки: РДС электродами ЦТ-15-1 для корневых шва, ЦТ-15 для последующих слоев. ЦТ-26 для тех случаев, когда нет требований к стойкости против МКК, КТС и ЭШС. Рекомендуется последующая термообработка

Обрабатываемость резанием — в закаленном состоянии при НВ 170 и $\sigma_B = 470$ МПа $K_{\text{с т в. сил}} = 0,85$, $K_{\text{с т в. ст}} = 0,35$.

Сталь 08X18Г8Н2Т

Заменитель — сталь 12X18Н9Т.

Вид поставки — лист толстый ГОСТ 7350—77. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 25054—81.

Назначение — для изготовления сварной аппаратуры, работающей в окислительных средах при температуре эксплуатации от —50 до 300 °С. Сталь коррозионно-стойкая аустенитоферритного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	S	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
не более						не более		
0,08	0,8	7,0—9,0	17,0—19,0	1,8—2,8	0,20—0,50	0,025	0,035	0,30

Механические свойства листа (ГОСТ 7350—77)

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%	
		не менее			
Закалка 980—1020 °С, вода. (Образцы поперечные)	Св. 4	343	588	20	59

Механические свойства при повышенных температурах [170]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
Закалка 1000 °С, вода				
800	80	90	45	65
900	40	50	45	70
1000	15	20	60	80
1100	5	10	70	85
1200	—	—	80	90

**Механические свойства в зависимости от температуры
и времени старения [41]**

Температура старения, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа		%		
Закалка 1000 °С. Выдержка при старении 1 ч					
300	415	820	32	50	—
400	410	800	31	50	—
500	390	790	32	52	—
600	380	780	28	57	—
700	390	780	28	57	—
Закалка 1000 °С. Выдержка при старении 100 ч					
300	410	810	32	49	200—210
400	450	850	27	48	240—260
500	410	760	29	48	230—240
600	370	780	24	38	285—325
700	510	810	10	12	325

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [76]

Температура, °С					Термообработка
+20	—20	—40	—50	—60	
176	167	150	111	71	Закалка 980—1020 °С

Механические свойства в зависимости от степени пластической деформации [170]

Степень деформации, %	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, \%$
	МПа		

Закалка 1000 °С, вода

0	390	650	22
5	660	780	19
10	700	820	16
30	780	880	6
50	1080	1100	3

Технологические свойства [170]

Температураковки, °С: начала 1150, конца 810.

Свариваемость — без ограничений. Сталь хорошо сваривается РДС и АДС. Для ручной сварки рекомендуются электроды ЦЛ-11 (Св-08Х19Н10Б). Для автоматической сварки используют проволоку из сталей 08Х19Н10Б или 08Х20Н9Г7Т в сочетании с флюсом АН-26.

Коррозионная стойкость [170]

Сред:	Температура, °С	Глубина коррозии, мм/год
58 % раствор HNO ₃	80	0,154

Сталь 20Х20Н14С2

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—76, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прут ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прут и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74., Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — печные конвейеры, ящики для цементации и другие детали термических печей. Сталь жаропрочная аустенитоферритного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Cu	Ti
не более					не более			
0,20	1,5	2,0—3,0	19,0—22,0	12,0—15,0	0,025	0,035	0,30	0,2

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1000—1150 °С, воздух или вода	60	295	590	35	55
5582—75 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные или хо- лоднокатаные. Закалка 1000— 1080 °С, воздух или вода	До 3,9	—	590	40	—

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Закалка 1100 °С, вода [162]

20	390	630	33	43
700	110	300	36	44
750	110	265	39	49
800	98	225	41	55
900	39	110	49	60

Нагрев 1150 °С, вода [81]

20	343—392	630	53	73
100	110	305	36	34
750	110	265	35	34
800	98	225	42	41
850	69	155	58	47
900	39	110	74	58
950	29	88	75	55

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С
9,8 1,4	1/10 000	875 1000

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1170, конца 850. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Сталь 08Х22Н6Т

Заменитель — стали: 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69. Калиброванный прутост ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный прутост и се-ребрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 7350—77, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Лист тонкий ГОСТ 5582—75. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 25054—81. Трубы ГОСТ 9940—81, ГОСТ 9941—81, ГОСТ 11068—81.

Назначение — сварные аппараты и сосуды, камеры горения и другие кон-структивные элементы газовых турбин, корпуса аппаратов днища, фланцы, детали внутренних устройств аппаратов, трубные диски и пучки, работающие при температуре от —10 до +300 °С под давлением и соприкасающиеся с корро-зионными средами. Сталь коррозионно-стойкая аустенитоферритного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	S	P	Cu
не более						не более		
0,08	0,8	0,8	21,0—23,0	5,3—6,3	5,0—0,65	0,025	0,035	0,30

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
5949—75	Прутки. Закалка 950—1050 °С, воздух или вода	60	345	590	20	45	—
7350—77 (Образцы поперечные)	Листы горячекатаные и холоднокатаные: закалка 1000—1050 °С, вода	Св. 4	340	588	18	—	59
5582—75 (Образцы поперечные)	закалка 950—1050 °С, вода или воздух	До 3,9	—	640	20	—	—
25054—81	Поковки. Закалка 1000—1050 °С, вода	До 1000	343	539	18	35	60

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
<i>Листы. Закалка 980—1020 °C, вода [180]</i>				
20	370	960	22	51
200	295—350	540—590	30—35	—
300	245—295	490—550	30—35	—
500	235—295	410—440	30—35	—
600	175—215	295—340	35—38	—
700	—	175—195	40—45	—
800	—	110—140	62—68	72—75
900	—	69—78	60—75	65—80
1000	—	29—49	66—100	82—88
1100	—	20—29	110—118	75—88

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки [46]

Режим термообработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Темпе- ратура, °С	Время, ч	МПа		%		
Закалка 1100 °С, вы- держка 30 мин	Исходное состояние		460	620	46	65	280—300
	300	1000	490	650	41	70	190—200
		4466	520	710	44	73	100
	350	1000	540	650	39	74	8—9
	400	1000	470	920	21	29	3—5
		4352	880	1040	11	9	1—3

Ударная вязкость листа сечением 8 мм КСУ, Дж/см² [28]

Температура, °С				Термообработка
+20	—20	—40	—60	
131	22—120	9—116	5—136	Нормализация 980 °С, выдержка 30 мин

Технологические свойства [170]

Температураковки, °С: начала 1150, конца 850.

Свариваемость — без ограничений. Способы сварки: АДС и РДС. Для ручной электродуговой сварки рекомендуется применять электроды ЦЛ-11 с при-сачной проволокой Св-08Х19Н10Б. Аналогичную проволоку используют и

для аргоно-дуговой и электродуговой автоматической сварки. Для электродуговой автоматической сварки применяют флюс АН-26. Термообработка после сварки не требуется.

Обрабатываемость резанием — близка обрабатываемости сталей 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т.

Склонность к отпускной хрупкости — при нагреве в интервале 350—750 °С в ферритной составляющей стали протекают процессы, связанные с 475 °С хрупкостью (350—500 °С) и выделением σ -фазы (500—750 °С), снижающие ударную вязкость и пластичность.

Сталь 12Х25Н16Г7АР

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71, ГОСТ 2879—69 Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78 Шлифованный пруток и серебряника ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 7350—77. Лист тонкий ГОСТ 5582—75 Лента ГОСТ 4986—79 Полоса ГОСТ 4405—75, ГОСТ 103—76. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71.

Назначение — лист, проволока, трубы, лента, детали, работающие до 950 °С при умеренных напряжениях. Сталь жаростойкая, жаропрочная аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	B	Cu	N
не более					не более				
0,12	1,0	5,0—7,0	23,0—26,0	15,0—18,0	0,02	0,035	0,010	0,30	0,30—0,45

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_4)	ψ
			МПа		%	
			не менее			
5949—75	Прутки. Закалка 1050—1150 °С, воздух	60	325	690	40	45
7350—77 (Образцы поперечные)	Лист горячекатаный или холоднокатаный закалка 1050—1150 °С, вода или воздух	4—25	392	736	50	—
5582—75 (Образцы поперечные)	закалка 1050—1100 °С, вода или воздух	До 3,9	—	н. б. 980	35	—
4986—79	Лента холоднокатаная. Закалка 1050—1100 °С, вода или воздух	До 0,2 0,2—2,0	— —	700 700	(15) (30)	— —
—	Лист Закалка 1100 °С, воздух	5—25	390	730	50	60

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испы- тания °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 1050—1150 °С, воздух (ГОСТ 5949—75)

900 | — | 176 | н. м. 15 | н. м. 20 | —

Листы. Закалка 1050—1100 °С, вода или воздух (ГОСТ 5582—75)

900 | — | н. м. 176 | н. м. 30 | — | —

Прутки. Закалка 1150 °С, выдержка 40 мин., охлаждение на воздухе [180]

20	380—440	770—850	45—67	49—78	363—372
500	225—245	560—610	48—57	64—76	294—363
600	205—225	510—580	40—53	56—74	333—363
700	175—215	380—450	22—33	22—34	314—343
800	165—205	275—350	19—28	24—40	284—314
900	125—175	175—235	20—36	25—44	235—284
1000	49—98	98—135	50—64	43—60	167—255
1100	—	39—59	50—70	41—62	167—215
1200	—	29—39	59—64	48—69	88—118

Механические свойства при испытании на длительную прочность [180]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
54	1/1000	750	Св. 98 *	100	800
34		800	49	1 000	
15		900	Св. 49 *	50	900
			Св. 39 *	100	
			23	1 000	900
			11	10 000	
			19	100	1000
			8	1 000	
			3,5	10 000	

* — данные (ГОСТ 5949—75)

Технологические свойства

Температураковки, °С: начала 1170, конца 950. Охлаждение на воздухе. Свариваемость — сталь сваривается всеми видами сварки [94].

Жаростойкость [94]

Температура °С	Длительность испытания, ч	Увеличение массы, г/(м²·ч)	Потери массы, г/(м²·ч)
900	100	0,11	0,29
1000	100	0,34	1,2
1100	100	0,46	1,46
1200	100	0,60	2,12

Сплав 06ХН28МДТ

Заменитель — сплав 03ХН28МДТ.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5949—75, ГОСТ 2590—71, ГОСТ 2591—71. Калиброванный пруток ГОСТ 7417—75, ГОСТ 8559—75, ГОСТ 8560—78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 14955—77. Лист толстый ГОСТ 7350—77, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Лист тонкий ГОСТ 5582—75, ГОСТ 19903—74, ГОСТ 19904—74. Лента ГОСТ 4986—79. Полоса ГОСТ 103—76, ГОСТ 4405—75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 1133—71, ГОСТ 25054—81. Трубы ГОСТ 9941—81, ГОСТ 11068—81.

Назначение — сварные конструкции, работающие при температурах до 80 °С в серной кислоте различных концентраций, за исключением 55 %-ной уксусной и фосфорной кислот

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Mo	S	P	Cu
не более							не более		
0,06	0,8	0,8	22,0—25,0	26,0—29,0	0,5—0,9	2,5—3,0	0,020	0,035	2,5—3,5

Механические свойства

ГОСТ (ТУ)	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , (δ_4)	ψ	KCU, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
5582—75 (Образец поперечный)	Лист горячекатаный и холоднокатаный. Закалка 1050—1080 °С, вода или воздух	До 3,9	—	540	35	—	—
4986—79	Лента холоднокатаная. Закалка 930—1050 °С, вода или воздух	До 0,2 0,2—2,0	— —	560 560	(13) (25)	— —	— —

ГОСТ (ТУ)	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 (δ_4)	ψ	КСУ, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
25054—81	Поковки. Закалка 1050—1100 °С, вода или воздух	До 1000	216	510	30	30	—
9941—81	Трубы бесшовные холод- но- и теплodeформиро- ванные термообработан- ные	0,2—22	—	490	30	—	—
(14-1-2214—77)	Заготовка трубная. За- калка 1100—1150 °С, воздух, масло или вода Закалка 1050—1080 °С, вода	80	195	490	45	70	—
		—	245	540	35	50	98

Механические свойства при повышенных температурах [170]

Температу- ра испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		

Лист толщиной 12 мм. Закалка 1050 °С, вода

20	270	620	55	78	350
200	210	550	45	75	350
400	180	550	50	60	350
600	150	500	45	60	350

Лист толщиной 16 мм. Закалка 1080 °С, вода

800	180	250	40	45	110
900	150	180	30	40	120
1000	90	100	25	40	100
1100	—	50	35	40	100

**Механические свойства в зависимости от степени
холодной пластической деформации [170]**

Степень деформации, %	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Закалка 1050 °С, вода

0	230	600	23	62
10	710	750	20	42
20	750	810	15	42
40	930	950	10	40
60	1080	1100	3	—
80	—	1200	2	—

Технологические свойства [170]

Температура ковки, °С: начала 1170, конца 900.

Свариваемость — способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой.

Обрабатываемость резанием — обрабатывается удовлетворительно.

Сплав ХН35ВТ

Назначение — диски, роторы, крепежные детали, плоские пружины и другие детали, работающие до 650 °С. Жаропрочный сплав на никелевой основе.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	W	S	P	Cu	Mo
не более							не более			
0,12	0,6	1,0—2,0	14,0—16,0	34,0—38,0	1,1—1,5	2,3—3,5	0,02	0,03	0,25	0,3

Механические свойства [82]

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
		не менее					
Закалка 1080—1100 °С, вода. Старение 850 °С, 10 ч, воздух. Старение 700 °С, 25—50 ч, охлаждение с печью до 200—300 °С	До 125	390	730	15	35	560	217—269
	До 250	390	730	15	25	560	217—269
	Образцы тангенциальные до 250	390	730	13	20	490	217—269

Механические свойства при повышенных температурах [180]

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Сортной прокат диаметром 45—90 мм. Закалка 1090 °C, 1 ч, вода. Старение 850 °C, 10 ч. Старение 700 °C, 25—40 ч, охлаждение на воздухе или с печью

20	430—620	780—850	18—30	30—55	78—176
200	430—470	720—760	20,5	37—42	137—157
300	430—470	710—740	16—21	30—43	88—157
400	430—470	700—740	19—22	35—45	98—157
500	410—470	670—740	15—23	23—53	88—167
600	390—500	630—710	15—25	30—48	64—137
700	360—440	450—490	9—31	11—48	98—157

Поковки дисков диаметром 450—1000 мм, высотой 180—275 мм. Закалка 1090 °C, 1 ч, вода. Старение 850 °C, 10 ч. Старение 700 °C, 25—40 ч, охлаждение с печью (образцы тангенциальные)

20	390—640	710—980	13—31	14—50	39—167
600	370—470	530—710	10—21	15—42	44—118
650	350—460	490—670	7,5—19	14—37	39—127

Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, кованый. Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с [81]

900	180	185	28	49	—
1000	98	105	67	90	—
1100	56	60	84	96	—
1200	30	40	90	96	—

Ударная вязкость КСУ, Дж/см², в зависимости от температуры испытания [180]

Температура испытания, °C									
—100	—80	—60	—40	—20	0	20	100	200	650
137—167	118—147	127—157	127—137	118—176	117—147	69—108	69—98	108—118	78—108

Диск диаметром 1000 мм, высотой 275 мм. Закалка 1090 °C, 1,5 ч, вода. Старение 850 °C, 10 ч. Старение 700 °C, 20 ч. Старение 660 °C, 30 ч. НВ 207—228. (Образцы тангенциальные).

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
166 127—137	1/10 000 1/100 000	650	255—304 200—255	10 000 100 000	600
108 78	1/10 000 1/100 000	700	196 157	10 000 100 000	650
			137 98	10 000 100 000	700

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1170, конца 850. Охлаждение на воздухе. Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — РДС, электроды КТИ-762. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется последующая термообработка.

Обработываемость резанием — в термообработанном состоянии при НВ 269 и $\sigma_B = 951$ МПа, $K_{\text{тв. спл}} = 0,30$, $K_{\text{в. ст}} = 0,15$.

Жаростойкость [180]

Среда	Температура, °С	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	800	0,038	4
	750	0,012	4
	650	0,005	3

Сплав ХН35ВТЮ

Назначение — рабочие лопатки газотурбинных и других двигателей, работающие при температуре до 700—800 °С, компрессорные лопатки, работающие до 700—800 °С, диски, дефлекторы, кольца, работающие при температуре до 750 °С. Жаропрочный сплав на железоникелевой основе.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Al	W	S	P	B	Cu	Mo
не более								не более				
0,08	0,6	0,6	14,0— 16,0	33,0— 37,0	2,4— 3,2	0,7— 1,4	2,8— 3,5	0,02	0,03	0,02	0,25	0,3

Механические свойства [81]

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
		не менее				
Закалка 1180—1200 °С, 2,5—8 ч, воз- дух. Закалка 1040—1060 °С, 4 ч, воз- дух. Старение 750—800 °С, 16 ч, воз- дух	32—55	640	930	6	8	29

Твердость стали после термообработки [81]

Режим термообработки	НВ
Пруток диаметром 45—90 мм. Закалка 1190 °С, 2,5—8 ч, воздух. Закалка 1050 °С, 4 ч, воздух. Старение 750—800 °С, 16 ч, воздух	302—354

Механические свойства в зависимости от температуры испытания [81]

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²
	МПа		%		

*Пруток диаметром 45—90 мм. Закалка 1190 °С, 2,5—8 ч, воздух.
Закалка 1050 °С, 4 ч, воздух. Старение 750—800 °С, 16 ч, воздух*

20	690—900	880—1310	7—22	10—25	24—83
400	690—810	880—1160	11—12	12—16	—

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
500	690—830	880—1130	5—16	6—24	—
600	680—810	880—1080	12—14	12—18	—
700	690—810	720—950	5—15	8—23	54—59
800	590—690	670—730	13—15	22—28	49—59
850	320—340	350—370	19—21	46—48	—
900	200—235	205—245	20—23	50—60	—

Прутки диаметром 45—90 мм. Закалка 1150—1160 °С, 6—10 ч, воздух.
Закалка 1050 °С, 4 ч, воздух. Старение 830 °С, 16 ч, воздух

20	600—823	1030—1220	11—22	14—29	34—69
550	590—755	980—1030	12—16	17—28	59—64
600	590—755	980	13	26	59
700	590—774	720—900	6—15	10—23	54—59

Прутки диаметром 45 мм. Закалка 1180 °С, 5 ч, воздух.
Четырехступенчатое старение: 1000 °С, 4 ч; 900 °С, 8 ч; 850 °С, 15 ч;
740 °С, 20 ч, охлаждение на воздухе [180]

20	780	1210	16	23	20
400	690	1030	8	14	29
500	630	970	8	18	39
600	660	940	9	24	34
700	590—640	730—780	11—15	18—25	49
800	400	440	23	31	—

Диск диаметром 540—725 мм, высотой 115—175 мм.
Закалка 1150—1160 °С, 6—10 ч, воздух.
Старение 830 °С, 16 ч, воздух (образцы тангенциальные) [180]

20	590—710	1090—1170	16—20	19—32	54—73
450	—	940—1060	12—17	19—29	—
550	—	940—1010	12—16	26—32	—
700	590—680	740—810	16—18	22	—
750	590—670	660—710	9—15	18—22	—

Закалка 1050 °С, 8 ч, воздух. Старение 750 °С, 16 ч, воздух [16]

20	710—720	1210—1220	24—32	44	146—165
—20	680	1220—1250	23—30	39—40	148—162
—40	710—750	1270—1300	30—33	44—48	147—185
—60	720—740	1190—1270	30—32	44—48	158

Образцы диаметром 6 мм, длиной 30 мм, кованный и прессованный.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с [81]

800	610	630	7	12	—
900	220	220	43	92	—
1000	99	105	82	100	—
1100	50	55	81	100	—
1200	34	37	26	40	—

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки [180]

Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
Время, ч	Температура, °С	МПа		%			

Закалка 1180 °С, 5 ч, воздух. Четырехступенчатое старение:
1000 °С, 4 ч; 900 °С, 8 ч; 850 °С, 15 ч; 750 °С, 20 ч

1 000	700	740	1090	9	9	34	310
6 000		660	930	5	5	12	300
100	750	670	1080	10	10	26	300
6 000		660	850	4	4	12	310
10 000		550	830	5	6	—	280

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	n
304	10 ⁷ [82]
392	10 ⁷ [16]

Механические свойства при испытании на длительную прочность [82]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С
245	2/1 000	700	539—617	10 000	550
176	1/100 000		412—441		600
			216—255		700
127	2/1 000	800	155—225		750
98	1/100 000	750			

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1110, конца 900. Сечение до 450 мм охлаждается на воздухе.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки: РДС электродами ЦТ-22. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в термообработанном состоянии при НВ 340—364 и $\sigma_B = 930$ МПа, $K_{\nu \text{ тв. спл}} = 0,15$, $K_{\nu \text{ б. ст}} = 0,10$.

Сплав ХН70Ю

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный ГОСТ 12766.4—77. Лист тонкий ГОСТ 24982—81. Проволока ГОСТ 12766.1—77.

Назначение — различные детали, работающие при умеренных напряжениях, при 1100—1200 °С (может применяться для нагревательных элементов сопротивления).

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Al	Fe	S	P	Ba	Ce	Cu
не более					не более					
0,10	0,8	0,3	26,0—29,0	2,8—3 5	1,0	0,012	0,015	0,10	0,03	0,07

Механические свойства листа в зависимости от температуры испытания

Источник	Режимы термообработки	Сечение мм	Температура, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_{4,5}$, %
				МПа		
				не менее		
ГОСТ 24982—81 (Образцы поперечные)	Закалка 1100—1150 °C, вода, водяной душ или воздух	До 3,9	20	—	н. б.	(30)
			900	—	980 100	(25)
[89]	Закалка 1100 °C, воздух	—	20	480	880	35
			200	490	880	37
			300	370	760	37
			500	360	730	35
			700	320	480	37
			900	170	225	38
			1000	—	145	50
			1100	—	88	61

Механические свойства при испытании на длительную прочность [6]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытания, °C
25	5/100	900
Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °C
88—98	100	800
34—39	100	900
78	300	800

Технологические свойства [85]

Температураковки, °C: начала 1200, конца 1100. Охлаждение на воздухе.
Свариваемость — ограниченно свариваемая. Требуется подбор специальных режимов, в сварном соединении имеет высокую прочность.

Сплав ХН70ВМЮТ

Назначение — крепежные и другие детали, работающие при температуре до 750—800 °C. Жаропрочный сплав на никелевой основе.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ti	Al	W	Mo	Fe	S	P	B	Cu
	не более							не более				
0,10— 0,16	0,6	0,5	14,0— 16,0	1,0— 1,4	1,7— 2,2	4,0— 6,0	3,0— 5,0	3,9	0,012	0,015	0,01	0,07

Механические свойства [81]

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см*
		МПа		%		
		не менее				
Закалка 1150 °С, 3 ч, масло. Старение 800 °С, 20 ч, воздух	32—55	590	980	20	25	59

Твердость сплава после термообработки (пруток, закалка 1150 °С, масло, старение 800 °С, 20 ч) — НВ 277—302.

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Пруток. Закалка 1150 °С, масло. Старение 800 °С, 20 ч

20	610—710	1010—1130	28—32	30—34	88
500	630	1000	27	23—34	88
600	590	980	25	18—23	88
700	570—630	870—920	22	27—36	88
800	490—560	560	19	46—52	98
850	390	400—440	21	57	108
900	270	295	31	70	—
1000	69	78	58	76—82	—

*Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, кованный.
Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с*

700	800	910	11	17	—
800	700	710	25	60	—
900	265	280	55	85	—
1000	160	170	60	90	—
1100	64	67	68	83	—
1200	42	55	44	67	—

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки [181]

Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
Время, ч	Температура, °С	МПа		%			
<i>Закалка 1150 °С, 3 ч, масло. Старение 800 °С, 20 ч, воздух</i>							
3 000	600	750—820	1160—1230	24—27	28—34	54—73	277—311
8 000		840—860	1250—1270	20—23	24—29	42—57	315
1 000	700	730	1170	21	33	58	300
20 000		700	1150	17	19	178	290
1 000	800	580—650	890—1120	10—25	21—32	54—69	250—293
8 000		600—680	1080—1130	28—35	27—42	39—49	270

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки и температуры испытания

Тепловая выдержка		Температу ра испыты- вания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
Время, ч	Темпера- тура, °С		МПа		%	
Закалка 1150 °С, 3 ч, масло. Старение 800 °С, 20 ч, воздух						
3 000	600	600	670	1020	24	27
1 000	700	700	670	1020	19	23
20 000	700	700	600	930	19	24
1 000	800	800	550	760	29	39

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температу- ра испыты- вания, °С	Предел длительной прочности, МПа	Длитель- ность испы- тания, ч	Температу- ра испыты- вания, °С
265 108	1/10 000	700 800	255 88	10 000	700 800
196 78	1/100 000	700 800	186 49	100 000	700 800

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 412$ МПа, $n = 10^7$ [82].

Технологические свойства [81]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 900. Сечение до 220 мм охлаждается на воздухе.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — РДС. Для снятия сварочных напряжений рекомендуется последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в термообработанном состоянии при НВ 202 и $\sigma_B = 813$ МПа $K_{\text{в тв. спл}} = 0,2$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,1$.

Жаростойкость [82]

Среда	Температура, °С	Глубина мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	750	0,001—0,005	2

Коррозионная стойкость [82]

Среда	Температура, °С	Глубина, мм/год
Воздух	700	0,0011
	750	0,0028
	800	0,005—0,01

Сплав ХН70ВМТЮФ

Назначение — тяжело нагруженные детали, работающие при температуре 850 °С.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	S'	Mn	Cr	Ti	Al	W	
не более							
0,12	0,6	0,5	13,0—16,0	1,7—2,2	2,4—2,9	5,0—7,0	
Mo	V		Fe	S	P	B	Cl
			не более				
2,5—4,0	0,2—1,0		5,0	0,009	0,015	0,015	0,02

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 1210 °С, 2 ч, воздух. Закалка 1050 °С, 4 ч, воздух.
Старение 800 °С, 16 ч, воздух [85]

20	710	1030	10	12	20
500	660	960	25	30	—
600	660	970	22	28	—
700	630	960	12	15	—
800	570	830	10	15	—
900	390	580	15	20	—
950	305	410	18	25	—

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_a	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см
	МПа		%		

Закалка 1180 °С, 6 ч, воздух. Старение ступенчатое: 1000 °С, 8 ч, охлаждение в печи до 900 °С, выдержка 8 ч, воздух.
Старение 850 °С, 16 ч, воздух [181]

20	580—630	1030—1120	15—22	16—25	29—39
650	500	930	22	28	—
700	510—590	930—1030	15—23	13—27	29
750	530	840	20	25	—
800	500—560	710—790	12—17	12—25	—
850	480	600	13	23	—

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки [181]

Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
Время, ч	Темпера- тура, °C	МПа		%			

Закалка 1180 °С, 6 ч, воздух. Старение ступенчатое: 1000 °С, 4 ч, охлаждение в печи до 900 °С, выдержка 8 ч, воздух.
Старение 850 °С, 15 ч, воздух

Без выдержки		590	1030	15	16	34	280
5 000	600	710	980	12	14	10	290
10 000	700	660	1080	10	8	20	295
1 000	800	590	1040	17	17	34	280
10 000	800	540	950	15	13	26	285
3 000	900	490	840	17	17	29	240

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки и температуры испытания

Тепловая выдержка		Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	КСУ, Дж/см ²
Время, ч	Температура, °С		МПа		%		

Закалка 1180 °С, 6 ч, воздух. Старение ступенчатое: 1000 °С, 4 ч, охлаждение в печи до 900 °С, выдержка 8 ч, воздух.
Старение 850 °С, 15 ч, воздух

5 000	600	600	660	1010	16	17	—
10 000	700	700	490	920	17	18	56
1 000	800	800	480	710	15	18	73
10 000	800		420	670	15	17	54
3 000	900		450	710	12	14	—

Механические свойства при испытании на длительную прочность [181, 177]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытаний, °С	Предел длительной прочности, МПа
490 397	1/100 1/1 000	700	568—657 343—392
274	1/100	800	235—255
34	5/10 000	700	147—176

δ_s , %	ψ , %	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °С	Предел выносливости	
				σ_{-1} , МПа	n [181]
2—5	2—6	100	700	372 417	10 ⁷ 10 ⁷
2—5	3—6		800		
2—8	3—10		850		
2—10	6—15		900		

Технологические свойства [85]

Температураковки, °С: начала 1180, конца 1060. Охлаждение на воздухе.
Свариваемость — трудносвариваемая.

Коррозионная стойкость [45]

Среда	Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год
Воздух	800	10 000	0,003
	850		0,018
	900		0,042

Сплав ХН77ТЮР

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ТУ 14-1-402—72, ТУ 14-1-75—71, ТУ 14-1-223—73. Калиброванный пруткок
ТУ 14-1-2480—78. Лист тонкий ТУ 14-1-1747—76. Лента
ТУ 14-1-927—74. Поковки и кованые заготовки ТУ 14-1-1214—75,
ТУ 14-1-1465—75, ТУ 14-1-1530—75. Трубы ТУ 14-1-895—74.

Назначение — диски, кольца, лопатки и другие детали, работающие до 750 °С.
Жаропрочный сплав на никелевой основе.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Fe	S	P	B	Ce	Pb	Cu
не более						не более						
0,07	0,6	0,40	19,0— 22,0	2,4— 2,8	0,6— 1,0	1,0	0,007	0,015	0,01	0,02	0,01	0,07

Механические свойства [45]

Состояние поставки, режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}		КС, Дж/см ²
	МПа		%		
Пруток. Закалка 1080 °С, 8 ч, воздух	315	730	43	52	265
То же + старение 700 °С, 16 ч	730	1080	32	42	137
Лист. Закалка 1080 °С, 3 мин, воздух	350	730—780	50	—	—
То же + старение 750 °С, 5 ч	—	1080	30	—	118
Закалка 1080 °С, 8 ч, воздух. Старе- ние 700 °С, 16 ч, воздух	640	980	$\delta = 20$	21	49

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КС, Дж/см
	МПа		%		

Закалка 1080 °С, воздух. Старение 750 °С, 16 ч

20	650	900—1070	11—24	10—21	29—49
500	570	880	22—29	19—27	49—69
600	540	860	30—33	30—32	49—59
700	520	820	25—29	27—32	49
800	460	520	15—16	25—30	88

Образец диаметром 5 мм, длиной 25 мм, кованный и нормализованный. Скорость деформирования 1,1 мм/мин. Скорость деформации 0,0007 1/с

800	—	600	24	23	—
900	—	380	26	28	—
1000	—	110	80	95	—
1100	—	48	153	100	—
1200	—	34	134	100	—

Механические свойства при 20 °С в зависимости от тепловой выдержки [181]

Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КС, Дж/см²	НВ
Время, ч	Темпе- ратура, °С	МПа		%			

Закалка 1080 °С, 8 ч, воздух. Старение 750 °С, 16 ч, воздух

Без выдержки	650	900—1070	11—24	10—21	27—45	269—285
1000	600	750	900	6—7	5—10	295—302
5000	600	770	900	3—4	5—7	295—313
1000	650	750	1060	13—17	12—19	285
5000	650	760	1140	17—21	19—21	302
1000	700	730	1080	15—24	14—23	285—295
5000	700	670	1180	20—23	19—25	285—302
5000	750	490	1000	28—30	32—34	263—269

**Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки
и температуры испытания [181]**

Тепловая выдержка		Темпе- ратура испы- таний, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_1	ψ	K _C , Дж/см ²
Время, ч	Темпе- ратура, °C		МПа		%		
<i>Закалка 1080 °C, 8 ч, воздух. Старение 750 °C, 16 ч, воздух</i>							
1000 5000	600	600	670 670	930 870	23—25 11—12	21—28 12—16	26—29 —
1000 5000	650	650	660 650	960 930	21—23 12—18	21—25 14—19	35—38 54—56
1000 5000	700	700	610 520—590	800 700—810	18 15—23	21 14—30	98 69
5000	750	750	420	500	9—11	12—14	83

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температу- ра испы- таний, °C	Предел длительной прочности, МПа	Длитель- ность испы- таний, ч	Температу- ра испы- таний, °C
333 451	1/10 000 1/1 000	650	441 176—196	10 000	600 700
196 147	 1/1 000	750 800	 549 304	 1 000	 600 700

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 363$ МПа, $n = 10^7$.

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1180, конца 900. Сечение до 300 мм охла-
ждается на воздухе.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — РДС.

Обрабатываемость резанием — в термообработанном состоянии при HB 262
и $\sigma_B = 1060$ МПа $K_{в\text{ тв, спл}} = 0,20$, $K_{в\text{ б. ст}} = 0,08$.

Сплав ХН78Т

Заменитель — стали: ХН38ВТ, 12Х25Н16Г7АР, 20Х23Н18.

Вид поставки — лист тонкий: ГОСТ 24982—81. Поковки и кованые заго-
товки: ГОСТ 25054—81.

Назначение — сортовые детали, трубы, работающие до температуры 1100 °C.

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Fe	S	P	Cu
не более					не более				
0,12	0,8	0,7	19,0—22,0	0,15—0,35	0,15	1,0	0,1	0,015	0,07

Механические свойства в зависимости от температуры испытания

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ, не более
				МПа		%		
				и менее				
25054—81	Поковки. Закалка 980—1020 °С, вода или воздух	1000	20	196	588	25	35	поверхности 200
24982—81 (Образцы поперечные)	Лист. Закалка 980—1020 °С, вода, водяной душ или воздух	До 3,9	20 800	— —	860 175	35 45	— —	— —

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытаний, °C	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

Лист. Закалка 980—1020 °C, воздух [81]

20	270	760	40	—
400	245	670	40	—
500	245	610	40	—
600	205	590	40	—
700	185	390	35	—
800	93	180	70	—
900	—	110	90	—
1000	—	64	100	—
1100	—	44	112	—
1200	—	24	130	—

Образец диаметром 10 мм, длиной 50 мм, прокатанный и отпущенный. Скорость деформирования 20 мм/мин. Скорость деформации 0,007 1/с [81]

800	315	380	72	47
900	195	215	45	84
1000	100	110	64	93
1100	76	88	70	97
1200	42	54	92	100

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки [181]

Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}
Время, ч	Температура, °C	МПа		%

Лист толщиной 1,3—1,5 мм. Закалка 1200 °C, воздух

3000	Без выдержки	170	600	38
	700	170	550	35
	800	150	590	38

Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_{10}
Время, ч	Температура, °C	МПа		%
3000	900	140	550	33
	1000	170	510	34

Лист толщиной 1,3—1,5 мм. Закалка 1200 °C, воздух (образцы поперечные)

Без выдержки		170	520	40
3000	700	180	600	39
	800	160	550	37
	900	150	550	31
	1000	180	475	38

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытания, °C
103 27—44 15—18	1/100	700 800 900
154	1/1000	550

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 216$ МПа, $n = 10^7$.

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1220, конца 850. Сечение до 300 мм охлаждается в штабелях на воздухе.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — РДС электродами ЦТ-22

Обрабатываемость резанием — в термообработанном состоянии при HB 156 и $\sigma_B = 710$ МПа $K_{v\text{ тв спл}} = 0,5$, $K_{v\text{ б. ст}} = 0,3$

Жаростойкость [81]

Среда	Температура, °C	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	1000	0,332	6
	1100	0,618	Пониженно-стойкая
	1200	1,082	Малостойкая

Сплав ХН80ТБЮ

Назначение — крепежные детали, работающие до 700 °C

Химический состав, % (ГОСТ 5632—72)

C	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Nb	Fe	S	P	Cu
не более							не более			
0,08	0,8	1,0	15,0—18,0	1,8—2,3	0,5—1,0	1,0—1,5	3,0	0,012	0,015	0,07

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КС, Дж/см²
	МПа		%		

*Закалка 1100 °C, 5 ч, воздух. Старение ступенчатое:
1000 °C, 2 ч, охлаждение с печью до 900 °C, 1 ч,
охлаждение с печью до 800 °C, 2 ч, охлаждение на воздухе [181]*

20	640	1030	24—30	28—35	98
500	600	980	26	26	—
600	590	810	11	—	—
650	540	690—730	7—12	10—15	98
700	490	670	7	6	118

Образец диаметром 6 мм, длиной 30 мм, прессованный, закаленный и состаренный. Скорость деформирования 16 мм/мин. Скорость деформации 0,009 1/с [81]

900	—	570	—	97	—
950	—	410	77	96	—
1000	—	295	78	96	—
1100	—	165	84	98	—
1150	—	120	100	100	—

Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки [181]

Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²	HB
Время, ч	Темпе- ратура, °C	МПа		%			

*Закалка 1100 °C, 5 ч, воздух. Старение ступенчатое:
1000 °C, 2 ч, охлаждение с печью до 900 °C, 1 ч,
охлаждение с печью до 800 °C, 2 ч, воздух.
Старение 750 °C, 20 ч, воздух. Старение 650 °C, 48 ч, воздух*

4 000	Без выдержки	640	930	18	22	69	217—255
	500	770	1180	22	29	73	—
	600	800	1200	19	23	49	—
10 000	700	440	920	33	42	108	—
20 000	700	440	920	24	32	59	—

**Механические свойства в зависимости от тепловой выдержки
и температуры испытаний [181]**

Тепловая выдержка		Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
Время, ч	Темпера- тура, °С		МПа		%	
<i>Закалка 1100 °С, 5 ч, воздух. Старение ступенчатое: 1000 °С, 2 ч, охлаждение с печью до 900 °С, 1 ч, охлаждение с печью до 800 °С, 2 ч, воздух. Старение 750 °С, 20 ч, воздух. Старение 650 °С, 48 ч, воздух</i>						
4 000	500 600	500 600	690 560	1050 850	21 5	31 13
10 000	700	700	360	590	16	18
20 000	700	700	320	570	16	20

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Предел ползучести, МПа	Скорость ползучести, %/ч	Температура испытаний, °C	Предел длительной прочности, МПа	Длительность испытания, ч	Температура испытаний, °C
348 216	1/10 000	650 700	441 274	1 000	650 700
255 147	1/100 000	650 700	274 167	10 000	650 700

Технологические свойства [81]

Температураковки, °C: начала 1180, конца 900. Охлаждение на воздухе.

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — РДС.

Обработываемость резанием — в термообработанном состоянии при НВ 165
и $\sigma_B = 730$ МПа, K_{ϕ} тв. спл = 0,20, K_{ϕ} б. ст = 0,15

Жаростойкость [82]

Среда	Температура, °C	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	700	10 000	0,001	1
	800		0,007	3
	850		0,013	4

Сплав X15H60-H

Заменитель — сталь X25H20.

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 12766.4—77.
Калиброванный пруток ГОСТ 12766.3—77. Лента ГОСТ 12766.2—77,
ГОСТ 12766.5—77. Проволока ГОСТ 12766.1—77.

Назначение — для электроннагревательных элементов печей с предельной рабочей температурой 1100—1200 °C и бытовых приборов.

Химический состав, % (ГОСТ 10994—74)

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Г	Al	Zn
не более		не более					не более		
0,06	1,0—1,5	0,6	0,015	0,02	15,0—18,0	55,0—61,0	0,2	0,2	0,5

Механические свойства проволоки сечением 0,1—7,5 мм в зависимости от температуры испытания (ГОСТ 12766.1—77)

Режим термообработки	Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
		МПа		%	
Нагрев 950 °С, 20 мин, вода	20	264	645	32	60
	600	254	402	22	40
	700	226	284	30	52
	800	127	166	33	50
	900	—	108	24	45
	1000	—	59	35	44
	1100	—	38	20	34
	1200	—	28	17	32

Технологические свойства [85]

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — АДС. Газовую сварку не применять.

Сплав Х20Н80-Н

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 12766.4—77. Калиброванный пруток ГОСТ 12766.3—77. Лента ГОСТ 12766.2—77, ГОСТ 12766.5—77. Проволока ГОСТ 12766.1—77.

Назначение — для электронагревательных элементов печей с предельной рабочей температурой 1100—1200 °С и бытовых приборов.

Химический состав, % (ГОСТ 10994—74)

C	Si	Mn	S	P	Cr	Fe	Ti	Al	Zn
не более		не более				не более			
0,06	1,0—1,5	0,6	0,015	0,02	20,0—23,0	1,0	0,2	0,2	0,5

Механические свойства проволоки сечением 0,1—7,5 мм в зависимости от температуры испытаний (ГОСТ 12766.1—77)

Режим термообработки	Температура испытаний, °С	σ_B	δ_5	ψ
		МПа		%
Нагрев 1200 °С, 20 мин, воздух	20	656	45	61
	700	431	40	40
	800	215	70	72
	900	92	55	82
	1000	71	70	62
	1100	35	130	93
	1150	27	110	96
	1200	22	102	98

Технологические свойства [85]

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки — РДС. Газовую сварку не применять.

Сплав Х27Ю5Т

Вид поставки — сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 12766.4—77. Калиброванный пруток ГОСТ 12766.3—77. Лента ГОСТ 12766.2—77. Проволока ГОСТ 12766.1—77.

Назначение — для электронагревательных элементов печей с предельной рабочей температурой 1350 °С

Химический состав, % (ГОСТ 10994—74)

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Zn	Ti	Al
не более						не более			
0,05	0,6	0,3	0,015	0,02	26,0—28,0	0,6	0,1	0,15—0,40	5,0—5,8

Механические свойства проволоки сечением 0,1—7,5 мм в зависимости от температуры испытаний (ГОСТ 12766.1—77)

Режим термообработки	Температура испытаний, °С	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ
		МПа		%	
Нагрет 760 °С, 30 мин, вода	20	534	663	16	—
	200	425	660	24	62
	400	357	605	25	53
	600	354	375	33	71
	800	—	87	76	97
	1000	—	13	127	—
	1200	—	9	118	—

Технологические свойства [82]

Температураковки, °С: начала 1150, конца 1000.

Свариваемость — способы сварки — РДС и АДС. Сварка нагревателей с рабочей температурой выше 1100 °С производится постоянным током электродами из того же материала с обмазкой 0,3Л-8. Сварка нагревателей с рабочей температурой до 1100 °С производится обычными электродами из жаростойких материалов. АДС — неплавящимися электродами с применением присадочного материала из сплава Х27Ю5Т. При сварке нагревателей необходимо прикрывать их асбестовыми листами во избежание попадания брызг и повреждения проволоки в этом месте.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна в интервале температур 400—500 °С.

РАЗДЕЛ 4

СТАЛЬ ДЛЯ ОТЛИВОК

Сталь 15Л

Заменитель — сталь 20Л.

Вид поставки — оковки ГОСТ 977—75

Назначение — копровые бабы, блоки, ролики, корпуса, поводки, захваты, пильные рамы, детали сварно-литых конструкций с большим объемом сварки, плиты, подушки и другие неотчетственные детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
735	863	840	685

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,12—0,20	0,30—0,90	0,20—0,52	0,30	0,30	0,30	0,045	0,04

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 977—75)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Нормализация 910—930 °С. Отпуск 670—690 °С	200	400	24	35	50

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [186]

Температура, °С					Термообработка
+20	—20	—40	—60	—80	
110	69	12	10	7	Нормализация 940 °С. Отпуск 680 °С

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 176$ МПа при $\sigma_{0,2} = 200$ МПа, $\sigma_B = 390$ МПа, HB 109—136 [162]

Технологические свойства [81]

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭИЭС.

Обрабатываемость резанием — в нормализованном состоянии при НВ 121—126, $\sigma_B = 390$ МПа, $K_{\text{об. ст}} = 1,35$, $K_{\text{с тв. спл}} = 1,50$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1512—1521
Показатель трещиностойчивости, $K_{\text{т. у}}$	1,0
Склонность к образованию усадочных раковин, $K_{\text{у. р.}}$	0,9
Жидкотекучесть, $K_{\text{ж. т.}}$	0,9
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{\text{у. п.}}$	1,0

Сталь 20Л

Заменитель — стали: 25Л, 30Л.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75

Назначение — шайбы, арматура, фасонные отливки деталей общего машиностроения, изготовляемые методом выплавляемых моделей, детали сварно-литых конструкций и другие детали, работающие при температуре от —40 до 450 °С.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
735	854	835	680

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

С	Мп	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,17—0,25	0,35—0,90	0,20—0,52	0,30	0,30	0,30	0,045	0,04

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 977—75)

Состояние поставки, режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Нормализация 880—900 °С. Отпуск 630—650 °С	220	420	22	35	500

Механические свойства в зависимости от сечения литой заготовки [131]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_n	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
		МПа		%			

Нормализация 870—890 °С, воздух до 250—300 °С.

Отпуск 630—650 °С, воздух

10	Ц	215—225	450—495	27—37	45—63	—	131
30		200—265	425—480	31—37	48—63	60—83	134—143
50		200—275	460—480	31—33	48—57	64—96	124—143
100	Ц	200—245	420—485	29—36	44—64	107—141	131—134
	К	210—245	440—490	30—34	44—64	92—153	131—143
200	Ц	210—255	430—470	14—34	24—61	103—149	121—143
	К	210—265	430—485	19—37	28—64	90—127	131

Ударная вязкость отливок сечением 30 мм КСУ, Дж/см² [131]

Температура, °С				Термообработка
+20	—20	—60	—10	
55—83	41—64	6—12	3—5	Нормализация 870—890 °С, воздух до 250—300 °С. Отпуск 630—650 °С, воздух

Предел выносливости

r_{-1} , МПа	n	Состояние стали
211 196	10 ⁷ —	$\sigma_{0,2} = 260$ МПа, $\sigma_B = 470$ МПа [73] $\sigma_{0,2} = 280$ МПа, $\sigma_B = 500$ МПа, НВ 137 [161]

Технологические свойства [81]

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭНС.

Обработываемость резанием — в отожженном состоянии при НВ 121—126 и $\sigma_B = 390$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}} = 1,50$, $K_{\text{в ст}} = 1,35$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1512—1521
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Показатель трещиноустойчивости, $K_{\text{т. у.}}$	1,0
Жидкотекучесть, $K_{\text{ж. т.}}$	0,9
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{\text{у. р.}}$	0,9
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{\text{у. п.}}$	1,0

Сталь 25Л

Заменитель — стали: 20Л, 30Л.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — станины прокатных станов, шкивы, траверсы, поршни, буксы, крышки цилиндров, плиты настольные, рамы рольгангов и тележек, мульды, корпуса подшипников, детали сварно-литых конструкций и другие детали, работающие при температуре от —40 до 450 °С под давлением.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_r
735	840	824	680

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,22—0,30	0,35—0,90	0,20—0,52	0,30	0,30	0,30	0,045	0,04

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообра- ботки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
ГОСТ 977—75	Нормализация 880— 900 °С. Отпуск 610— 630 °С	До 100	240	450	19	30	40
	Закалка 870— 890 °С, вода. Отпуск 610—630 °С		300	500	22	33	35
[166]	Нормализация 900 °С, воздух	До 400	305— 315	520— 530	21— 23	27— 28	62—64
	Нормализация 900 °С, воздух. За- калка 880 °С. От- пуск 580 °С		365	580	22	44	88

Механические свойства при повышенных температурах [77]

Температура испы- тания, °С	$\sigma_{0,2}$	в	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Отжиг 900 °С, охлаждение в печи

20	205—255	420—480	22—33	37—51	54—108
100	195—225	400—450	15—27	36—46	88—127

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
200	165—195	360—420	16—28	40—58	98—157
300	155—195	370—450	14—26	34—43	88—137
400	155—195	340—450	15—28	30—60	68—98
500	125—160	225—295	26—34	60—75	54—83
600	80—120	110—160	24—36	59—73	59—117

Нормализация 900 °C, воздух. Отпуск 620—680 °C, воздух

20	235—265	490	22—26	37—51	54—68
200	225	460	16—20	40—45	108—117
300	225	470	14—17	24—31	98—127
400	225	430	18—21	54—62	78
500	185	245	22	70	54
600	130	145	22—27	73	59

Механические свойства при 20 °C в зависимости от тепловой выдержки [77]

Режим термообработки	Тепловая выдержка		$\sigma_{0,2}$	σ_B	σ_s	ψ	КСУ, Дж/см ²
	Темпера- тура, °C	Время, ч	МПа		%		
Отжиг 900 °C	450	10 000	245	490	23	35	39
	500		220	475	26	47	49

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °C			Состояние поставки
+20	—20	—40	
48	13	7	Без термообработки

Предел выносливости [77]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
206	$\sigma_B = 440$ МПа, $\sigma_{0,2} = 235$ МПа, НВ 124—151

$\sigma_{1/10000}^{400} = 108$ МПа, $\sigma_{1/10000}^{500} = 78$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{400} = 69$ МПа, $\sigma_{100000}^{400} = 150$ МПа,
 $\sigma_{100000}^{450} = 93$ МПа, $\sigma_{100000}^{500} = 47$ МПа.

Технологические свойства [81]

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭШС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в термообработанном состоянии при HB 160, $K_{\text{отв. спл}} = 1,25$, $K_{\text{об. ст}} = 1$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпусковой хрупкости — не склонна.

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °C	1490—1504
Показатель трещиностойчивости, K_T у.	1,0
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{\text{у. р.}}$	1,0
Жидкотекучесть, $K_{\text{ж. т.}}$	1,0
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{\text{у. п.}}$	1,0

Сталь 30Л

Заменитель — стали: 25Л, 35Л.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — рычаги, балансиры, корпуса редуктора, муфты, шкивы, кронштейны, детали сварно-литых конструкций, чаши и конусы засыпных аппаратов, станины, балки, опорные кольца, бандажы, маховики и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок.

Температура критических точек, С [81]

Ac	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _c m)	Ar ₁
735	813	796	677

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,27—0,35	0,40—0,90	0,20—0,52	0,30	0,30	0,30	0,045	0,04

Механические свойства (ГОСТ 977—75)

Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
		не менее				
Нормализация 880—900 °С. Отпуск 610—630 °С	До 100	260	480	17	30	35
Закалка 860—880 °С. Отпуск 610—630 °С		300	500	17	30	35

Механические свойства в зависимости от сечений литой заготовки

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
Без термообработки [90]						
40	—	245	460	12	22	33
80	—	245	470	12	17	28
120	—	245	470	12	19	31
Отжиг 900 °С. Нормализация 900 °С. Отпуск 600 °С [167]						
170	Ц	230	430	25	35	57
	К	255	480	28	44	59
Нормализация 900 °С. Отпуск 580 °С [166]						
400	Ц	310—320	530—535	14—16	20—21	30—36
	К	320—330	545—550	20—25	28—30	57—66
Нормализация 900 °С. Закалка 800 °С. Отпуск 580 °С [166]						
400	Ц	320—340	540—560	16—17	27—31	39—43
	К	320—330	545—550	20—25	28—30	74—88

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 215$ МПа при $\sigma_{0,2} = 140$ МПа, $\sigma_B = 640$ МПа, НВ 187 [161].

Технологические свойства [81]

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭПС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии при НВ 160 $K_{в\text{ тв, спл}} = 1,25$, $K_{в\text{ б, ст}} = 1,0$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1490—1504
Показатель трещиностойчивости, $K_{т. у.}$	1,0
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у. р.}$	1,0
Жидкотекучесть, $K_{ж. т.}$	1,0
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у. п.}$	1,0

Сталь 35Л

Заменитель — стали: 30Л, 40Л, 45Л.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — станы прокатных станов, зубчатые колеса, тяги, бегунки, задвижки, балансиры, диафрагмы, катки, валки, кронштейны и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	A_{c3}	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
730	800	795	691

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	
			не более				
0,32—0,40	0,40—0,90	0,20—0,52	0,30	0,30	0,30	0,045	0,04

Механические свойства (ГОСТ 977—75)

Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ (HRC ₉)
		МПа		%			
		не менее					
Нормализация 860—880 °С. Отпуск 600—630 °С	До 100	280	500	15	25	35	—
Закалка 860—880 °С. Отпуск 600—630 °С	До 100	300	550	16	20	30	—
Отжиг 850 °С, печь	30	255	530	19	34	49	146
Отжиг 950 °С, печь				22	39	64	143

Механические свойства в зависимости от сечения литой заготовки [131]

Толщина отливки, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			

Нормализация 860—880 °С, воздух до 300—350 °С, затем выдержка 2 ч при 300—350 °С. Отпуск 600—620 °С, выдержка 3 ч, охлаждение 1 ч в печи до 500 °С, затем на воздухе

10	Ц	235—275	550—590	22—28	28—43	50—78	143—156
30		235—295	540—570	23—28	33—42	57—66	137—156
50		290—450	570—590	22—27	56—64	64—98	154—186
100	Ц	245—250	400—520	13—20	16—25	34—41	143—156
	К	245—250	350—510	13—20	16—25	34—54	136—156
200	Ц	275—295	530—550	13—18	14—28	98—131	163—170
	К	295—310	560—590	17—27	19—40	101—117	163—196

После нормализации и отпуска закалка 860—870 °С, масло
Отпуск 620—630 °С, выдержка 3 ч, воздух

10	Ц	330—370	620—660	24—28	44—49	73—94	162—206
30		365—400	610—640	23—29	47—57	83—103	156—187
50		365—550	590—640	22—31	33—66	104—169	162—178
100	Ц	345—365	560—580	24—29	28—48	76—108	170
	К	345—380	570—600	22—33	36—58	76—96	170
200	Ц	300—330	550—580	16—25	21—34	70—94	156—170
	К	300—335	550—600	18—26	25—36	68—98	156—170

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [131]

Температура, °С					Термообработка
+20	—20	—40	—50	—60	
28 37	14 28	10 26	8 18	— —	Без термообработки Отжиг 860 °С
57—66	31—50	23—45	—	10—34	Нормализация 860—880 °С, воздух до 300—350 °С, затем выдержка 2 ч при 300—350 °С. Отпуск 600—620 °С, выдержка 3 ч, охлаждение 1 ч в печи до 500 °С, затем на воздухе
83—104	41—87	50—69	—	43—61	После нормализации и отпуска закалка 860—870 °С, в масле Отпуск 620—630 °С, выдержка 3 ч, воздух

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 216$ МПа при $\sigma_{0.2} = 270$ МПа, $\sigma_B = 490$ МПа, НВ 137—166 [162]

Технологические свойства [81]

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭШС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в термообработанном состоянии при НВ 160 $K_{\text{св. спл}} = 1,2$, $K_{\text{св. ст}} = 0,9$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпусковой хрупкости — не склонна.

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1480—1490
Показатель трещиностойчивости, $K_{\text{т. у.}}$	0,8
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{\text{у. р.}}$	1,2
Жидкотекучесть, $K_{\text{ж. т.}}$	1,0
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{\text{у. п.}}$	1,0

Сталь 40Л

Заменитель — сталь 45Л.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — станины, корпуса, муфты, тормозные диски, шестерни, кожухи, вилки, звездочки и другие детали, работающие при температурах до 400 °С.

Температура критических точек, °С [84]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_r
726	790	728	689

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,37—0,45	0,40—0,90	0,20—0,52	0,30	0,30	0,30	0,045	0,04

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 977—75)

Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Нормализация 860—880 °С. Отпуск 600—630 °С	300	530	14	25	29
Закалка 860—880 °С. Отпуск 600—630 °С	350	550	14	20	29

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 225$ МПа при $\sigma_{0,2} = 290$ МПа, $\sigma_B = 520$ МПа, HB 146—173 [162].

Технологические свойства [81]

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭПС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в термообработанном состоянии при HB 200 $K_{\text{в тв. спл}} = 1,1$, $K_{\text{в б. ст}} = 1,0$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1480—1490
Показатель трещиностойчивости, $K_{\text{т. т.}}$	0,8
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{\text{у. р.}}$	1,2
Жидкотекучесть, $K_{\text{ж. т.}}$	1,0
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{\text{у. п.}}$	1,0

Сталь 45Л

Заменитель — стали: 35Л, 55Л, 50Л, 40Л.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — станины, зубчатые колеса и венцы, тормозные диски, муфты, кожухи, опорные катки, звездочки и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и высокого сопротивления износу и работающие под действием статических и динамических нагрузок.

Температура критических точек, °С [84]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}
725	770	720	690

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,42—0,50	0,40—0,90	0,20—0,52	0,30	0,30	0,30	0,045	0,04

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 977—75)

Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см	HRC ₉ (HB)
	МПа		%			
	не менее					
Нормализация 860—880 °С, Отпуск 600—630 °С	320	550	12	20	29	—
Закалка 860—880 °С, Отпуск 550—600 °С	400	600	10	20	24	—
Нормализация 860—880 °С. От- пуск 630—650 °С	290	520	10	18	24	(148—217)
Закалка ТВЧ, низкий отпуск, ох- лаждение в воде	—	—	—	—	—	Поверхно- сти 42—56

Механические свойства отливок сечением 100 мм в зависимости от температуры отпуска [84]

Температура отпуска, °С	σ_B , МПа	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см	НВ
		%			
Закалка 830 °С, масло					
200	1810	—	—	3	550
300	1670	2	3	6	500
400	1390	4	9	10	450

Предел выносливости [161]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
229	$\sigma_{0,2} = 310$ МПа, $\sigma_B = 660$ МПа, HB 187
245	$\sigma_{0,2} = 340$ МПа, $\sigma_B = 640$ МПа, HB 179
274	$\sigma_{0,2} = 475$ МПа, $\sigma_B = 730$ МПа, HB 207

Технологические свойства [81]

Свариваемость — трудносвариваемая, Способ сварки: РДС, необходимы подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии при HB 200
 $K_{\text{об. спл}} = 1,1$, $K_{\text{об. ст}} = 0,7$.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °C	1480—1490
Показатель трещиностойкости, $K_{\text{т. у.}}$	0,8
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{\text{у. р.}}$	1,2
Жидкотекучесть, $K_{\text{ж. т.}}$	1,0
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{\text{у. п.}}$	1,0

Сталь 50Л

Заменитель — сталь 55Л.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — шестерни, бегунки, колеса, зубчатые колеса подъемно-транспортных машин, валки крупно-, средне- и мелкосортных станков для прокатки мягкого металла. Сталь применяется в нормализованном или улучшенном состоянии и после поверхностного упрочнения с нагревом ТВЧ.

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,47—0,55	0,40—0,90	0,20—0,52	0,30	0,30	0,30	0,045	0,040

Механические свойства

Источник	Режимы термо- обработки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
			МПа		%			
			не менее					
ГОСТ 977—75	Нормализация 860—880 °С. От- пуск 600—630 °С	До 100	340	580	11	20	24	—
	Закалка 860—880 °С. Отпуск 600—630 °С	До 100	400	750	14	20	29	—
[131]	Отжиг 850—870 °С, печь. Нормали- зация 870—880 °С Отпуск 600— 650 °С, воздух	30	335	570	11	20	24	174

Механические свойства в зависимости от сечения литой заготовки [131]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			

Нормализация 860—880 °С, воздух до 300—350 °С, выдержка 2 ч.

Отпуск 600—620 °С, выдержка 3 ч, охлаждение 1 ч

в печи до 500 °С, затем на воздухе

10	Ц	295—355	650—680	15—21	13—27	—	—
30	Ц	290—325	650—690	15—19	19—25	34—60	170—187
50	Ц	265—275	610—630	16—21	19—28	25—36	162—170
100	Ц	270—360	620—710	13—15	14—17	45—59	229
100	К	280—340	630—710	14—17	13—19	41—61	206—229

После нормализации и отпуска закалка 860—870 °С, масло

Отпуск 620—630 °С, выдержка 3 ч, воздух

10	Ц	480—530	760—780	16—21	36—41	34—48	216—229
30	Ц	420—475	720—770	18—27	28—50	40—59	216—229
50	Ц	400—440	710—750	16—24	28—48	54—56	206—229
100	Ц	395—440	710—750	18—21	22—47	44—54	229
100	К	420—470	750—760	19—23	36—56	34—44	216—229
200	Ц	375—390	680—710	12—18	19—24	44—54	229
200	К	375—430	670—750	17—23	19—36	32—61	206

Ударная вязкость отливок сечением 30 мм, КСУ, Дж/см² [131]

Температура, °С				Термообработка
+20	—20	—40	—60	
34—60	6—11	6—12	10—23	Нормализация 860—880 °С, охлаждение на воздухе до 300—350 °С, выдержка 2 ч. Отпуск 600—620 °С, выдержка 3 ч, охлаждение 1 ч в печи до 500 °С, затем на воздухе
40—59	28—39	19—31	10—23	После нормализации и отпуска закалка 860—870 °С в масле. Отпуск 620—630 °С, выдержка 3 ч, воздух

Предел выносливости σ_{-1} = 245 МПа при $\sigma_{0,2}$ = 330 МПа, σ_B = 570 МПа, НВ 156—190 [162].

Технологические свойства [131]

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Требуется предварительного нагрева и последующей термообработки.

Литейные свойства [131]

Температура начала затвердевания, °С	1490
Показатель трещиностойчивости, $K_{T.y.}$	0,5
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{y.p.}$	1,1
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	1,1—1,2
Линейная усадка, %	1,9

Сталь 55Л

Заменитель — сталь 50Л.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — зубчатые колеса и муфты подъемно-транспортных машин, ходовые колеса, бегунки, зубчатые сектора и венцы, полумуфты, скаты, втулки зубчатых муфт и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной твердости.

Температура критических точек, °С [81]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁
725	770	755	690

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,52—0,60	0,40—0,90	0,20—0,50	0,30	0,30	0,30	0,045	0,04

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 977—75)

Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Нормализация 840—860 °С, Отпуск 600—630 °С	350	600	10	18	24
Закалка 790—810 °С, Отпуск 580—600 °С	470	860	15	20	24

Твердость стали после термообработки [104, 81]

Режимы термообработки	HRC ₉ поверхности
Закалка ТВЧ 830—870 °С. Охлаждение эмульсией. Отпуск: 160—180 °С, воздух 350—400 °С, вода 500—550 °С, вода	56 42—49 32—42

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, С					Термообработка
+20	-20	-30	-40	-50	
8 29	7 17	7 12	7 —	6 8	Без термообработки Нормализация 850 °С. Отпуск 550—600 °С

Предел выносливости σ_{-1} = 255 МПа при $\sigma_{0.2}$ = 340 МПа, σ_B = 590 МПа, НВ 170—199 [162].

Технологические свойства [81]

Свариваемость — трудносвариваемая. Способ сварки: РДС, необходимы подогрев и последующая термообработка.

Обработываемость резанием — в термообработанном состоянии при НВ 196—207 и σ_B = 590 МПа $K_{\text{в тв. слд}}$ = 0,70, $K_{\text{в ст}}$ = 0,55.

Флокеночувствительность — не чувствительна

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1406—1476
Показатель трещиностойчивости, K_T у.	0,6
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{\text{у р.}}$	1,3
Жидкотекучесть, $K_{\text{ж. т}}$	0,9
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{\text{у. п.}}$	1,0

Сталь 35ГЛ

Заменитель — стали 40Л, 45Л, 40Г.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — диски, звездочки, зубчатые венцы, барабаны, шкивы, крестовины, траверсы, ступицы, вилки, решетчатые стрелы и другие тяжелонагруженные детали экскаватора, крышки подшипников, цапфы.

Температура критических точек, °С: A_c —730, A_{c3} (A_{cm}) — 800.

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

С	Mn	Si	Р	S	Cr	Ni	Cu
			не более				
0,30—0,40	1,20—1,60	0,20—0,40	0,04	0,04	0,30	0,30	0,30

Механические свойства (ГОСТ 977—75)

Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
		не менее				
Нормализация 880—900 °С. Отпуск 600—650 °С	До 100	300	550	12	20	30
Закалка 850—860 °С, Отпуск 600—650 °С		350	600	14	30	50

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [186, 175]

Температура, °С				Термообработка
+20	-20	-40	-60	
80	71	41	16	Нормализация 900 °С. Отпуск 650 °С
52	—	29	29	Отжиг 880—900 °С, 3 ч, охлаждение в печи. Нормализация 880—900 °С, 2—3 ч. Отпуск 650 °С, 2—3 ч, воздух

Технологические свойства [81]

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка. Обрабатываемость резанием — в отожженном состоянии при НВ 202—207 $K_{об.стл} = 0,75$, $K_{об.ст} = 0,55$.
Флокеночувствительность — не чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Литейные свойства

Температура начала затвердевания, °С	1497—1508
Показатель трещиностойчивости, $K_{т.у.}$	0,9
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у.р.}$	1,1
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	0,9
Линейная усадка, %	2,2—2,4
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у.п.}$	1,0

Сталь 30ГСЛ

Заменитель — стали: 20ГСЛ, 25ГСЛ, 40ХЛ.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — зубчатые колеса, ролики, обоймы, зубчатые венцы, рычаги, фланцы, шкивы, сектора, колонны, ходовые колеса и другие детали

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
			не более				
0,25—0,35	1,10—1,40	0,60—0,80	0,040	0,040	0,30	0,30	0,30

Механические свойства (ГОСТ 977—75)

Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
		МПа		%		
		не менее				
Нормализация 870—890 °С. Отпуск 570—600 °С	До 100	350	600	14	25	29
Закалка 920—950 °С. Отпуск 570—650 °С		400	650	14	30	49

Технологические свойства [82]

Свариваемость — способы сварки. РДС, АДС под газовой защитой, ЭШС.
Необходимы подогрев и последующая термообработка.
Обрабатываемость резанием — при НВ 156 $K_{\text{с т в спл}} = 1,0$, $K_{\text{с о, ст}} = 0,8$.
Флокеночувствительность — не чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Литейные свойства [110]

Температура начала затвердевания, °С	1487
Показатель трещиностойкости, $K_{\text{т. у}}$	1,0
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{\text{у. р.}}$	1,2
Жидкотекучесть, $K_{\text{ж. т.}}$	0,9
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{\text{у. п.}}$	1,0

Сталь 20ФЛ

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75, ТУ 24 00.001—79.

Назначение — крупногабаритные детали грузовых вагонов: корпус авто-сцепки, тяговый хомут, надрессорная балка и боковая рама тележки

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

С	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	V
			не более					
0,14—0,25	0,70—1,20	0,20—0,52	0,05	0,05	0,30	0,30	0,30	0,06—0,12

Механические свойства

Источник	Состояние поставки, режимы термообработки	Сече- ние, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
ГОСТ 977—75	Нормализация 920—960 °С. Отпуск 600—650 °С	До 100	300	500	18	35	50
[25]	Без термообработки	6	355	610	22	47	—
	Нормализация 940 °С		320	550	29	62	—
	Нормализация 940 °С. Отпуск 650 °С		355	530	27	59	—
	Нормализация 1170 °С. Нормализация 940 °С Отпуск 650 °С		405	620	25	58	—
	Термоциклирование. нормализация 1070 °С, воздух; отпуск 520 °С, воздух; нормализация 870 °С, воздух; отпуск 520 °С, воздух; нормализация 850 °С, воздух; отпуск 520 °С, воздух, нормализация 810 °С, воздух		440	635	25	56	—

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 245$ МПа при $n = 10^7$ $\sigma_{0,2} = 350$ МПа, $\sigma_B = 550$ МПа [73].

Сталь 45ФЛ

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75, ТУ 24.00.001—79.

Назначение — для деталей машиностроения.

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P	V
			не более					
0,42—0,50	0,40—0,90	0,20—0,52	0,30	0,30	0,30	0,045	0,04	0,06—0,15

Механические свойства

Источник	Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
ГОСТ 977—75	Нормализация 880—900 °С. Отпуск 600—650 °С	До 100	400	600	12	20	30
	Закалка 880—900 °С. Отпуск 600—650 °С	До 100	500	700	12	20	30
[67]	Нормализация 940 °С, выдержка 3,5 ч, воздух	—	580	710	18	26	36

Твердость образцов в зависимости от температуры отпуска [64]

Температура отпуска, °С	HRC ₉	Температура отпуска, °С	HRC ₉
Закалка 850 °С, выдержка 20 мин, вода. Выдержка при отпуске 1 ч		Закалка 900 °С, выдержка 20 мин, вода. Выдержка при отпуске 1 ч	
400	53	400	55
500	44	500	45
600	37	600	37
650	28	650	30

Сталь 40ХЛ

Заменитель — стали: 30ГСЛ, 35ГСЛ.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — бандажи, секции венца вагоноопрокидывателя, зубчатые колеса и другие детали, требующие повышенной твердости, а также фасонные отливки небольших размеров сложной конфигурации, изготавливаемые по выплавляемым моделям.

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	P	S	Ni	Cu
				не более			
0,35—0,45	0,40—0,90	0,20—0,40	0,80—1,10	0,040	0,040	0,30	0,30

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 977—75)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Закалка 850—860 °С, Отпуск 600—650 °С	500	650	12	25	40

Механические свойства в зависимости от сечения литой заготовки [131]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			

*Нормализация 880—890 °С, воздух до 250—300 °С, выдержка 2 ч при 250 °С,
нагрев до 600—610 °С, воздух. Закалка 870—880 °С, масло.
Отпуск 630—640 °С, воздух*

10	Ц	530—560	630—740	19—21	39—46	86—98	206—229
30	Ц	510—530	690—740	13—23	33—51	57—94	206—229
50	Ц	430—490	710—740	15—20	21—48	67—94	206—229
100	Ц	405—540	700—730	20—24	35—47	49—69	206—229
100	К	425—550	710—760	17—23	31—53	43—64	197—229
200	Ц	390—450	710—760	17—20	31—50	45—59	206
200	К	390—440	710—760	17—21	28—48	43—71	196—229

Ударная вязкость отливок сечением 30 мм КСУ, Дж/см²

Температура, °С					Термообработка
+20	—20	—40	—60	—80	
57—94	47—58	20—60	20—38	12—30	Нормализация 880—890 °С, охлаждение на воздухе до 250—300 °С, выдержка 2 ч при 250 °С, нагрев до 600—610 °С, охлаждение на воздухе. Закалка 870—880 °С, масло. Отпуск 630—640 °С, воздух

Технологические свойства [81]

Свариваемость — ограничено свариваемая. Способы сварки: РДС и ЭШС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием — в закаленном и отпущенном состоянии при НВ 196—207 и $\sigma_B = 620$ МПа $K_{p\text{ тв. спл}} = 1,1$, $K_{в. ст} = 0,6$.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °C	1497—1508
Показатель трещиностойчивости, $K_{т.у.}$	0,9
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у.р.}$	1,1
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	0,6
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у.п.}$	1,0

Сталь 20ХГСФЛ

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — литые, сварно-литые детали машин в северном исполнении, гидравлические коробки.

Температура критических точек, °C [21]

$A_{с1}$	$A_{с3}$ ($A_{сm}$)	$A_{г3}$ ($A_{гсm}$)	$A_{г1}$	Мн
740—750	850—920	750—770	500—600	365—380

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-181—75)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	V
				не более			
0,14—0,21	0,50—0,80	0,90—1,30	0,30—0,60	0,40	0,030	0,035	0,07—0,13

Механические свойства [83]

Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²		НВ
	МПа		%		Температура испытания, °С		
					+20	—40	
не менее							

Отливки сечением до 100 мм

Закалка 900—920 °C, Отпуск 650—670 °C	450	600	14	25	40	30	187—241
Нормализация 900—920 °C, Отпуск 630—650 °C	320	500	18	30	50	35	143—187

Технологические свойства [83]

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость

Термообработка	HRC ₀	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
Закалка в воду	30	12

Литейные свойства [21]

Линейная усадка 1,5—2,5 %.

Сталь 30ХГФРЛ

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — зубчатые колеса, шестерни, блоки.

Температура критических точек, °С [21]

A_{c1}	A_{c3} (A_{cm})	A_{r3} (A_{rcm})	A_{r1}	M_n
750—760	845—855	720—855	425—675	320—370

Химический состав, % (ТУ-24.00.001—79)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P	V	B
				не более					
0,28— 0,36	0,20— 0,60	0,80— 1,25	0,50— 0,90	0,30	0,30	0,040	0,040	0,05— 0,10	0,004 (по расчету)

Механические свойства (ТУ 24.00.001—79)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
	не менее					

Отливки сечением до 100 мм

Закалка 900—920 °С. Отпуск 650— 670 °С	500	700	12	25	40	196—255

Технологические свойства [83]

Склонность к отпускной хрупкости — склонна.

Прокаливаемость

Термообработка	HRC ₉	Расстояние от охлаждаемого торца, мм
Закалка	41,5	30

Литейные свойства

Литейная усадка — 1,5—2,0 %.

Сталь 30ХГСФЛ

Заменитель — сталь 35ХНЛ.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75, ТУ 24.00.001—79.

Назначение — шестерни, зубчатые колеса и другие детали машиностроения.

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	P	S	Ni	Cu	V
				не более				
0,25—0,35	1,00—1,50	0,40—0,60	0,30—0,50	0,050	0,050	0,30	0,30	0,06—0,12

Механические свойства в сечениях до 100 мм

Источник	Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_L	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
		МПа		%		
		не менее				
ГОСТ 977—75	Нормализация 900—930 °С. Отпуск 600—650 °С	400	600	15	25	35
	Закалка 900—920 °С. Отпуск 630—670 °С	600	800	14	25	45
[66]	Закалка 900—920 °С, масло. Отпуск 640—680 °С, выдержка 5 ч, воздух	670	830	18	39	82

Ударная вязкость КСУ, Дж/см²

Температура, °С			Термообработка
+20	—40	—60	
—82	33—	—44	Нормализация [48] Закалка 900—920 °С, масло. Отпуск 640—680 °С, выдержка 5 ч, воздух [66]

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	n
402	10 ⁵
333	10 ⁶
333	10 ⁷

Сталь 35ХГСЛ

Заменитель — стали: 25ХГСЛ, 55Л, 30ГС, 40Г2.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — зубчатые колеса, звездочки, оси, валы, муфты и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	$A_{r3} (A_{rcm})$	A_{r1}
765	840	710	720

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	P	S	Ni	Cu
				не более			
0,30—0,40	1,0—1,30	0,60—0,80	0,60—0,90	0,040	0,040	0,30	0,30

Механические свойства

Источник	Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
ГОСТ 977—75	Нормализация 870—890 °С. Отпуск 570—600 °С	До 100	350	600	14	25	30
	Закалка 870—880 °С. Отпуск 630—670 °С		600	800	10	20	40
[131]	Отжиг 850—870 °С, печь, воздух	30	295	590	20	40	—

Механические свойства отливок сечением 30 мм при повышенных температурах [131]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Нормализация 870—890 °С. Отпуск 570—600 °С					
20	445—460	725—810	18—22	33—44	30—53
100	390—435	700—780	12—17	30—48	—
200	350—420	680—750	10—16	19—44	—
300	395—440	730—790	12—22	24—49	—
400	380—425	640—680	19—23	56—68	—
500	335—370	475—500	24—33	68—74	—

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Закалка 870—890 °С, масло. Отпуск 630—670 °С					
20	620—650	800—820	14—18	23—36	28—40
100	560—630	720—780	12—16	31—49	—
200	520—590	700—770	9—16	25—51	—
300	545—610	720—830	9—16	12—39	—
400	500—680	640—680	10—22	31—66	—
500	435—525	470—640	19—30	44—84	—

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [131]

Температура, °С				Термообработка
+20	—20	—40	—60	
30—53	8—58	8—29	6—18	Нормализация 870—890 °С, Отпуск 570—600 °С
28—40	10—22	8—19	6—14	Закалка 870—890 °С, масло, Отпуск 630—670 °С

Технологические свойства [81]

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способ сварки—РДС, Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Флокеночувствительность — малочувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна.

Литейные свойства

Температура начала затвердевания, °С	1486—1495
Показатель трещиностойчивости, K_T , у.	0,7
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у.р.}$	1,1
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	0,9
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у.п.}$	1,0

Сталь 35ХМЛ

Заменитель — стали: 30ХМЛ, 35ХНЛ, 40ХГРЛ.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — шестерни, крестовины, втулки, зубчатые венцы и другие детали, работающие с повышенными нагрузками и требующие повышенной твердости.

Температура критических точек, °С [81]

$A_{с1}$	$A_{с3}$ ($A_{сm}$)	$A_{г3}$ ($A_{гcm}$)	$A_{г1}$
757	802	750	693

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	Cr	P	S	Ni	Cu	Mo
				не более				
0,30—0,40	0,40—0,90	0,20—0,40	0,80—1,10	0,040	0,040	0,30	0,30	0,20—0,30

Механические свойства в сечениях до 100 мм

Источник	Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
		не менее					
ГОСТ 977—75	Нормализация 860—880 °С. Отпуск 600—650 °С	400	600	12	20	30	—
	Закалка 860—870 °С Отпуск 600—650 °С	550	700	12	25	40	—
[81]	Отжиг 850—870 °С, печь	—	—	—	—	—	160—229

Механические свойства в зависимости от сечения литой заготовки [131]

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Нормализация 880—890 °С. Отпуск 600 °С, воздух						
10	520—590	754—840	13—18	30—43	43—72	229—255
30	500—520	730—750	15—22	32—44	—	229
50	445—530	730—790	14—19	23—45	44—48	216—255
100	390—450	690—750	13—19	22—53	44—75	216—255
200	300—330	640—660	11—15	19—23	38—60	206
Отжиг 880—890 °С, воздух до 250—300 °С, выдержка 2 ч при 250 °С, нагрев до 600—610 °С, воздух. Закалка 870—880 °С, масло. Отпуск 630—640 °С, воздух						
10	640—740	810—870	12—15	36—44	84—160	255—285
50	495—580	740—780	15—17	28—44	—	

Механические свойства отливок сечением 30 мм при повышенных температурах [131]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
Нормализация 920—930 °С. Отпуск 580—600 °С, охлаждение 1 ч с печи, затем на воздухе				
100	400—500	640—700	12—19	25—47
200	440—490	640—690	12—16	23—49
300	450—590	680—780	9—14	17—41
400	410—530	650—720	12—20	36—62
500	345—425	445—550	17—21	51—74

**Механические свойства отливок сечением 30 мм
в зависимости от температуры отпуска [38]**

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Закалка						
600	740	880	22	52	78	250
650	700	830	26	55	108	238
700	640	760	32	60	—	225

**Ударная вязкость отливок сечением 30 мм
при отрицательных температурах КСУ, Дж/см² [131]**

Температура, °С				Термообработка
—20	—40	—60	—80	
30—44	24—38	9—30	12—19	Нормализация 880—890 °С. Отпуск 600 °С, воздух

Технологические свойства

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка [131].

Обрабатываемость резанием — в термообработанном состоянии при НВ 174—179 и $\sigma_B = 640$ МПа $K_{\text{в тв. спл}} = 0,80$, $K_{\text{в б. ст}} = 0,76$ [81].

Флокеночувствительность — чувствительна [81].

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [81].

Литейные свойства

Температура начала затвердевания, °С	1486—1498
Показатель трещиностойчивости, $K_{\text{т. у.}}$	0,8
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{\text{у. р.}}$	1,1
Жидкотекучесть, $K_{\text{ж. т.}}$	1,0
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{\text{у. п.}}$	1,0

Сталь 35ХМФЛ

Вид поставки — отливки ТУ 24.00.001—79.

Назначение — для изготовления деталей вагоностроения, металлургического оборудования и других деталей тяжелого и транспортного машиностроения.

Химический состав, % (ТУ 24.00.001—79)

C	Mn	Si	Cr	P	S	Ni	Cu	Mo	V
				не более					
0,30— 0,40	0,40— 0,90	0,20— 0,40	0,80— 1,10	0,040	0,040	0,30	0,30	0,08— 0,12	0,06— 0,12

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ТУ 24.00.001—79)

Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Нормализация 920 °С. Отпуск 640—700 °С	410	620	12	20	34
Закалка 910 °С. Отпуск 640—680 °С	540	690	12	25	44

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [65]

Температура, °С		Термообработка
+20	—60	
61	25	Закалка 910 °С. Отпуск 650 °С

Литейные свойства [65]

Температура начала затвердевания, °С	1560—1600
Линейная усадка, %	2,1

Сталь 32Х06Л

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — кронштейны, балансиры, катки и другие ответственные детали с толщиной стенки до 50 мм и общей массой детали до 80 кг. Различные детали вагоностроения.

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

С	Mn	Si	Cr	P	S	Ni	Cu
				не более			
0,25—0,35	0,40—0,90	0,20—0,40	0,50—0,80	0,050	0,050	0,30	0,30

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 977—75)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Закалка 890—910 °С. Отпуск 620—660 °С	450	650	10	20	50

Механические свойства в зависимости от сечения литой заготовки [131]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
Отжиг 880—890 °С, воздух до 250—300 °С, выдержка 2 ч при 250 °С, нагрев до 600—610 °С. Закалка 910—920 °С, масло. Отпуск 580—590 °С, воздух							
30	Ц	450—515	620—720	16—22	24—51	88—138	206—229
50	Ц	390—455	680—700	17—22	36—48	55—98	187—229
100	Ц	390—495	660—700	12—22	22—51	47—92	187—206
100	К	430—490	660—710	17—22	39—58	40—98	170—216
200	Ц	365—500	690—710	13—17	21—36	69—98	170
200	К	370—430	700—760	9—19	19—46	62—98	170

Ударная вязкость КСУ, Дж/см²

Температура, °С					Термообработка
+20	—20	—40	—60	—80	

Отливка сечением 30 мм.

88—138	30—84	10—58	9—35	4—39	Отжиг 880—890 °С, охлаждение на воздухе до 250—300 °С, выдержка 2 ч при 250 °С, нагрев до 600—610 °С, охлаждение на воздухе. Закалка 910—920 °С, масло. Отпуск 580—590 °С, воздух [131]

Отливка сечением 20 мм.

51	22	13	8	—	Нормализация 900 °С, выдержка 2—2,5 ч [80]
80	70	67	58	—	Закалка, охлаждение в воде. Отпуск 650 °С, охлаждение в воде [80]

Предел выносливости $\sigma_{-1} = 172$ МПа при $n = 10^6$, $\sigma_B = 580$ МПа [80].

Технологические свойства

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Требуется предварительный нагрев и последующая термообработка. Способ сварки — РДС [131].

Флокеночувствительность — не чувствительна [81].

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [81].

Литейные свойства [131]

Температура начала затвердевания, °С	1500
Показатель трещиностойчивости, $K_{т.у.}$	0,2
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у.р.}$	0,8
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	1,6
Линейная усадка, %	1,8

Сталь 08ГДНФЛ

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75,

Назначение — лито-сварные и комбинированные конструкции, ответственные детали, к которым предъявляются требования высокой вязкости и достаточной прочности, работающие при температурах от —60 до 350 °С.

Температура критических точек, °С [131]

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Arc _m)	Ar ₁
690	873	730	585

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	P	S	N	V	Cu	Al	Si	Cr	Mo	W	Co	Fe
0,10	0,60—1,0	0,015	0,015	0,008	0,06	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	Баланс
		0,005	0,005	0,001	0,15	1,2							

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 977—75)

Режим термообработки	σ _{0,2} , σ _B , δ ₅ , ψ				KCU, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Нормализация 930—970 °С или нормализация 920—950 °С, отпуск 590—650 °С	350	450	18	30	50

Механические свойства в зависимости от сечения литой заготовки [131]

Сече ние, мм	Место вырезки образца	σ _{0,2}	σ _B	δ ₅	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
		МПа		%			
Нормализация 920—930 °С, воздух. Отпуск 580—600 °С, охлаждение 1 ч с печью, затем на воздухе							
10	Ц	410—460	540—620	22—31	57—74	174—206	170—178
30	Ц	400—455	510—560	25—31	47—69	186—220	162—178
50	Ц	395—400	495—520	28—33	71—74	186—236	156—162
200	Ц	380—390	420—510	11—31	28—61	239—245	156
	К	395—400	500—510	28—36	58—72	191—251	156—170
Нормализация 900—920 °С, воздух. Отпуск 600—650 °С,							
20	Ц	400—445	510—540	14—29	42—63	74—117	—
40	Ц	395—465	475—570	13—29	39—71	82—166	—

Сече- ние, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			

Нормализация 930—970 °С, воздух. Нормализация 900—920 °С, воздух. Отпуск 600—650 °С.

100	Ц	385—425	500—550	12—22	25—39	81—115	—
	К	390—425	510—540	21—29	35—63	90—169	—
175	Ц	380	480	20	37	159	—
	К	380—390	480—490	30	52—57	175—190	—
250	Ц	380—390	490—495	17—18	23—30	35—48	—
	К	395—400	510	25—27	48—51	107—112	—

Механические свойства отливок сечением 30 мм

в заданных температурах [131]

температура, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ	НВ
питания	МПа					

РДС, заливка 920—930 °С

с охлаждением 1 ч с печью, с —

100	355—450	450—560	21—28	30—72
250	345—410	460—540	18—22	34—66
300	310—420	460—540	15—20	43—58
400	310—370	440—500	18—22	43—58
500	245—325	295—390	12—31	39—66

Ударная вязкость отливок сечением 30 мм КСУ, Дж/см² [131]

Температура, °С					Термообработка
+20	—20	—40	—60	—80	
186—220	71—176	68—169	43—51	6—18	Нормализация 920—930 °С. Отпуск 580—600 °С, охлаждение 1 ч с печью, затем на воздухе

Технологические свойства [81]

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способ сварки — РДС. При значительном объеме сварки рекомендуется последующий отпуск.

Флокеиочувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Литейные свойства [131]

Температура начала затвердевания, °С	1515
Показатель трещиностойчивости, $K_{т.у.}$	0,8
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у.р.}$	1,0
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	1,8
Линейная усадка, %	2,1

Сталь 12ДН2ФЛ

Заменитель — сталь 08Н6Г4МЛ.

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — лито-сварные и комбинированные конструкции, ответственные нагруженные детали, к которым предъявляются требования достаточной прочности и вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок при температуре до 400 °С.

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	V	Cu
			не более					
0,08— 0,16	0,40— 0,90	0,20— 0,40	0,035	0,035	0,30	1,80— 2,20	0,08— 0,15	1,20— 1,50

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 977—75)

Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Нормализация 910—930 °С. Отпуск 530—580 °С	550	650	12	20	30
Нормализация 940—950 °С. Закалка 890—910 °С. Отпуск 560—600 °С	650	800	12	25	40

Механические свойства в зависимости от сечения литой заготовки [131]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
		МПа		%			

Нормализация 920—930 °С, воздух, 5 ч. Отпуск 520—530 °С, выдержка 6 ч, охлаждение 1 ч с печью, ватем на воздухе

10	Ц	490—540	630—660	21—27	55—64	73—171	187—196
30	Ц	510—550	610—670	25—26	49—62	80—123	187—196
100	Ц	500—510	620—640	23—27	48—64	91—134	187—206
	К	500—510	600—630	23—26	46—54	95—113	—
200	Ц	490—510	500—610	11—16	19—36	126—184	196—206
	К	500—520	570—640	9—24	21—54	88—214	196—206

**Механические свойства отливок сечением 30 мм
при повышенных температурах [131]**

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

*Нормализация 920—930 °С, воздух, 5 ч. Отпуск 520—530 °С,
выдержка 6 ч, охлаждение 1 ч с печи, ватем воздух*

100	460—500	580—620	19—24	49—64
200	415—470	540—600	8—18	28—58
300	410—450	500—600	11—18	19—53
400	380—410	500—550	13—20	30—51
500	315—355	390—420	15—21	37—53

Ударная вязкость отливок сечением 30 мм КСУ, Дж/см² [131]

Температура, °С					Термообработка
+20	—20	—40	—60	—80	
80—123	38—98	39—88	41—82	13—60	Нормализация 920—930 °С, воздух, 5 ч. Отпуск 520—530 °С, выдержка 6 ч, охлаждение 1 ч с печи, затем на воздухе

Технологические свойства [131]

Свариваемость — хорошо сваривается РДС.

Литейные свойства [131]

Температура начала затвердевания, °С	1510
Показатель трещиностойкости, $K_{т.у.}$	0,8
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у.р.}$	0,9
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	1,9
Линейная усадка, %	1,9

Сталь 20ХГСНДМЛ

Вид поставки — отливки ГОСТ 977—75.

Назначение — крошительны и другие детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и достаточной вязкости.

Химический состав, % (ГОСТ 977—75)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Ti
			не более						
0,18— 0,24	0,90— 1,30	0,90— 1,20	0,050	0,045	0,60— 0,90	1,10— 1,50	0,10— 0,15	0,40— 0,60	0,03— 0,07

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 977—75)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²
	МПа		%		
	не менее				
Закалка 910—930 °С. Отпуск 640—660 °С	500	650	12	20	40

Механические свойства отливок сечением 30 мм при повышенных температурах [131]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	НВ
	МПа		%		

Нормализация 920—930 °С

20	760—790	1050—1100	9—12	26—33	321—340
100	790—860	990—1020	6—9	25—34	—
200	790—880	1000—1030	9—12	18—33	—
300	790—850	1070—1130	9—15	12—37	—
400	740—820	940—980	4—13	16—48	—
500	620—640	680—710	9—13	44—57	—

Нормализация 920—930 °С. Закалка 920—930 °С, вода. Отпуск 640—660 °С, вода

20	710—720	810—850	11—14	21—41	255—285
100	630—710	760—830	10—13	22—42	—
200	630—650	760—780	9—12	19—38	—
300	610—650	710—790	7—13	12—31	—
400	560—600	670—710	9—14	7—17	—
500	485—520	510—540	6—15	26—56	—

Нормализация 930—950 °С. Закалка 910—930 °С, вода. Отпуск 220—250 °С, воздух

20	1060—1150	1450—1510	5—7	13—25	445—477
100	1150—1280	1340—1520	3—7	9—30	—
200	1110—1300	1360—1520	1—6	8—15	—
300	1080—1190	1310—1420	3—14	10—44	—
400	900—1070	1130—1270	6—12	22—53	—
500	690—810	750—880	8—17	39—73	—

Ударная вязкость отливок сечением 30 мм КСУ, Дж/см² [131]

Температура, °С					Термообработка
+20	—20	—40	—60	—80	
28—49	21—36	15—30	15—22	12—19	Нормализация 920—930 °С
34—44	29—35	27—39	14—34	16—24	Нормализация 920—930 °С, Закалка 920—930 °С, вода. Отпуск 640—660 °С, вода
24—32	21—29	18—27	15—27	16—27	Нормализация 930—950 °С, Закалка 910—930 °С, вода. Отпуск 220—250 °С, воздух

Технологические свойства

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Электроды УОНИ-13 и 48Н-1.

55

Требуется последующая термообработка.

Литейные свойства

Температура начала затвердевания, °С	1485
Показатель трещиностойкости, $K_{т. у.}$	0,2
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у. р.}$	1,1
Жидкотекучесть, $K_{ж. т.}$	1,3—1,8
Линейная усадка, %	1,9
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у. п.}$	2,8—3,2

Сталь 45ГЛ

Заменитель — сталь 40ХЛ.

Вид поставки — отливки ТУ 24-1-12-181—75.

Назначение — блоки, колеса, звездочки, кулачковые муфты, крупные зубчатые венцы и другие детали, требующие повышенной твердости и прочности.

Температура критических точек, °С [81]

A_{c1}	$A_{c3} (A_{cm})$	A_{r1}
724	775	675

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-181—75)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,42—0,50	0,20—0,45	0,90—1,20	0,40	0,45	0,30	0,040	0,040

Механические свойства в сечениях до 100 мм [83]

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
	не менее					
Закалка 860—880 °С, вода. Отпуск 580—630 °С, вода	490	690	10	25	39	217—269

Твердость стали после закалки ТВЧ

Режимы термообработки	HRC ₉ поверхности
Закалка ТВЧ, охлаждение в водном растворе глицерина. Низкий отпуск	42—56
Поверхностная закалка с нагревом газовым пламенем, охлаждение на воздухе, затем в воде	42

Технологические свойства

Свариваемость — ограниченно свариваемая [83].
 Обрабатываемость резанием — после закалки и отпуска при HB 241—278,
 $\sigma_B = 850\text{—}980 \text{ МПа}$ $K_{об.ст} = 0,5$; $K_{отв.спл} = 0,63$ [101].
 Флокеочувствительность — не чувствительна [81].
 Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [83].

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1490—1501
Показатель трещиностойкости, $K_{т.у.}$	0,9
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у.р.}$	1,1
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	0,8
Линейная усадка, %	2,2
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у.п.}$	1,0

Сталь 25ГСЛ

Заменитель — стали: 20ГСЛ, 30ГСЛ.
 Вид поставки — отливки ТУ 24-1-12-181—75.
 Назначение — лопасти гидротурбин, зубчатые венцы и колеса, втулки, сектора, колоины, детали сварно-литых конструкций с большим объемом сварки.

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-181—75)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,22—0,28	0,60—0,80	1,00—1,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

Механические свойства [83, 80]

Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
		не менее					
Нормализация 900—920 °С, воздух. Отпуск 580—600 °С, воздух	До 100	245	470	18	30	29	123—149
Нормализация 900—920 °С, воздух	20	350	540	19	32	65	170
Закалка. Отпуск 650 °С	20	560	710	19	43	86	207

Ударная вязкость отливок сечением 20 мм КСУ, Дж/см² [80]

Температура, °С				Термообработка
+20	—20	—40	—60	
65	31	19	12	Нормализация 900—920 °С Закалка. Отпуск 650 °С
86	76	43	30	

Предел выносливости [80]

σ_{-1} , МПа	Состояние стали
162	$\sigma_B = 540$ МПа. Образцы без надреза
118	$\sigma_B = 540$ МПа. Образцы с надрезом

Технологические свойства

Свариваемость — сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭИПС [83].

Обрабатываемость резанием — в нормализованном состоянии при НВ 156 и $\sigma_B = 510$ МПа $K_{\text{в тв. спл}} = 1,0$; $K_{\text{в б. ст}} = 0,9$ [81].

Флокеночувствительность — не чувствительна [81].

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [81].

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1482—1493
Показатель трещиностойкости, $K_{\text{т. у.}}$	1,0
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{\text{у р.}}$	1,2
Жидкотекучесть, $K_{\text{ж. т.}}$	0,9
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{\text{у. п.}}$	1,0

Сталь 35ХНЛ

Заменитель — стали: 35ХМЛ, 30ХГСФРЛ, 35ХМФЛ, 30ХГСФЛ, 25Х2НМЛ.

Вид поставки — отливки ТУ 24-1-12-181—75.

Назначение — шестерни, крестовины, втулки, зубчатые колеса экскаваторов, зубчатые венцы, горизонтальные валки слябнигов.

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-181—75)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S
					не более		
0,30—0,38	0,20—0,42	0,40—0,90	0,50—0,80	0,70—0,90	0,30	0,040	0,040

Механические свойства [81]

Режимы термообработки	Сеченне, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
		не менее					
Закалка 860—880 °С, вода. Отпуск 580—630 °С, вода	До 100	490	686	12	25	39	207—269
Нормализация 920 °С	—	450	680	19	29	55	—

Твердость стали после поверхностной закалки [83]

Режимы термообработки	HRC ₀ поверхности
Нагрев газовым пламенем, охлаждение на воздухе, затем в воде или только в воде	42
Нагрев ТВЧ. Низкий отпуск	42—56

Ударная вязкость КСУ, Дж/см²

Температура, °С				Термообработка
+20	—20	—40	—50	
39—108	29—64	22—56	15—46	Закалка 860—880 °С. Отпуск 580—630 °С. [81] Нормализация 920 °С [95]
55	—	34	—	

Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	n [65]
470	10 ⁵
328	10 ⁶
314	10 ⁷

Технологические свойства

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способ сварки: РДС с подогревом до 250—270 °С. Рекомендуется последующий отпуск при 580—600 °С. Электроды Э50А [81].

Обрабатываемость резанием — после закалки и отпуска при HB 217—269 и $\sigma_B = 690—900$ МПа $K_{\text{в тв, спл}} = 0,72$, $K_{\text{в б, ст}} = 0,63$ [100].

Склонность к отпускной хрупкости — склонна [83]

Литейные свойства [65]

Температура начала затвердевания, °С 1550—1580
Линейная усадка, % 2,2

Сталь 35ХН2МЛ

Заменитель — сталь 25Х2НМЛ.

Вид поставки — отливки ТУ 24-1-12-181—75.

Назначение — зубчатые венцы, зубчатые колеса и другие сильно нагруженные детали. Сталь имеет повышенную склонность к камневидному излому и трещинам.

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-181—75)

С	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P
						не более	
0,30—0,40	0,25—0,45	0,60—0,90	0,50—0,80	1,30—1,70	0,20—0,30	0,040	0,040

Механические свойства в сечениях до 100 мм [83]

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_r	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
	не менее					
Закалка 840—860 °С, вода. Отпуск 580—600 °С, вода	690	780	10	20	39	229—285

Твердость стали после закалки ТВЧ (охлаждение в водном растворе глицерина, низкий отпуск) — HRC₉ 40—56.

Технологические свойства [81]

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой. Рекомендуются подогрев и последующая термообработка. Флокеночувствительность — чувствительна. Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна [83].

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1480—1493
Показатель трещиностойчивости, K_T у.	1,3
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у.р.}$	1,3
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	0,9
Линейная усадка, %	2,1
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у.п.}$	1,0

Сталь 14Х2ГМРЛ

Заменитель —

Вид поставки — отливки ТУ 24-1-12-181—75.

Назначение — тяжело нагруженные литые и сварно-литые детали.

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-181—75)

C	S	Mn	Cr	Mo	Ni	Cu	B	S	P
					не более				
0,10— 0,17	0,20— 0,42	0,90— 1,20	1,40— 1,70	0,45— 0,55	0,30	0,30	0,006	0,035	0,035

Механические свойства

Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
		не менее					
Нормализация 940—950 °С, воздух. Закалка 920—980 °С, вода. Отпуск 610—640 °С [81]	До 100	590	690	14	25	49	217—241
Рама. Нормализация 930 °С. Закалка 930 °С, вода. Отпуск 640 °С [96]	30—60 100 140	590 650 640	710 740 720	17 17 14	50 60 25	134 127 121	— — —

Режимы термобработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
		не менее					
Отжиг 940 °С, изотермическая выдержка при 750 °С 5 ч 10 ч [96]	—	410	630	16	26	32	196
	—	370	600	18	33	32	179

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² [81]

Температура, °С				Термообработка
+20	-40	-50	-60	
117—196	39—78	29—49	—	Нормализация. Отпуск
134	93	—	61	Рама сечением 30—60 мм. Нормализация 930 °С. Закалка 930 °С, вода. Отпуск 640 °С
127	43	—	33	Рама сечением 100 мм. Нормализация 930 °С. Закалка 930 °С, вода. Отпуск 640 °С
121	61	—	53	Рама сечением 140 мм. Нормализация 930 °С. Закалка 930 °С, вода. Отпуск 640 °С

Технологические свойства

Свариваемость — сварка с подогревом при толщине стенки более 16 мм; температура подогрева 200 °С. Метод сварки: РДС, АДС под флюсом и в защитных газовых средах. Рекомендуется последующий отпуск при 600—650 °С для снятия напряжений [81].

Склонность к отпускной хрупкости — малосклонна [83].

Литейные свойства [111]

Температура начала затвердевания, °С 1510—1515
 Линейная усадка, % 2,4—2,5

Сталь 80ГСЛ

Вид поставки — отливки ТУ 24-1-12-182—75.

Назначение — футеровки шаровых мельниц.

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-182—75)

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
			не более			
0,80—1,10	0,80—1,20	1,00—1,50	0,50	0,50	0,050	0,050

Твердость [83]

Режимы термообработки	НВ
Отпуск 650—670 °С (перед обрезкой прибылей), охлаждение на воздухе	241—302

Технологические свойства

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций [83].
 Обрабатываемость резанием — в отпущенном состоянии при НВ 241—255 и $\sigma_B = 1020$ МПа $K_{\text{отв. спл}} = 0,55$, $K_{\text{отв. ст}} = 0,35$.
 Флоконочувствительность — не чувствительна [81].
 Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [83]

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С 1436—1466
 Показатель трещиностойчивости, $K_{\text{т. у.}}$ 1,1
 Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{\text{у. р.}}$ 1,3
 Жидкотекучесть, $K_{\text{ж. т.}}$ 1,1
 Линейная усадка, % 2,1—2,2
 Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{\text{у. п.}}$ 1,5

Сталь 20ХМЛ

Вид поставки — отливки ТУ 24-1-12-182—75.
 Назначение — детали, работающие длительное время при температуре до 500 °С.

Химический состав, % (ТУ 24-1-12-182—75)

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Cu	S	P
					не более			
0,15—0,25	0,20—0,42	0,40—0,90	0,40—0,70	0,40—0,60	0,30	0,30	0,040	0,040

Механические свойства [77, 83]

Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
		МПа		%			
		не менее					
Нормализация 880—900 °С, воздух. Отпуск 600—650 °С, воздух	До 100	245	440	18	30	29	149—229
Без термообработки	—	365— 570	540— 670	6— 16	15— 24	10—34	—

Механические свойства при повышенных температурах [77]

Температура испытаний, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Отжиг 880—900 °С, выдержка 8 ч

400	365	460	17—22	41—51	73
500	295—325	390—410	14—24	64—79	49
600	245—265	305—345	24—26	73	54—64

Нормализация 890—910 °С, выдержка 8 ч. Отпуск 640—660 °С, выдержка 8 ч, охлаждение до 300 °С со скоростью 40—50 град/ч

20	305—390	470—550	12—28	27—66	69—167
400	345	430	17—21	59—62	78
500	295	380	22	69—75	73
600	195—235	290	28	82	64

$\sigma_{1/10000}^{510} = 176$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{550} = 28$ МПа, $\sigma_{10000}^{550} = 90—96$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{510} = 65$ МПа, $\sigma_{10000}^{510} = 178—196$ МПа, $\sigma_{100000}^{550} = 59—64$ МПа. [77]. $\sigma_{1/10000}^{550} = 78$ МПа, $\sigma_{1/100000}^{510} = 139—154$ МПа.

Технологические свойства

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способ сварки — РДС. Необходим подогрев и последующая термообработка [81]

Обработываемость резанием — в нормализованном и отпущенном состоянии при НВ 135—180 и $\sigma_B = 460$ МПа $K_{p, ст} = 0,85$ [81].

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна [83].

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1494—1506
Показатель трещиностойкости, K_T , у.	0,8
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{y, p.}$	1,1
Жидкотекучесть, $K_{ж. т.}$	1,0
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{y. п.}$	1,0

Сталь 20ГНМФЛ

Вид поставки — отливки ТУ 24.11.01.092—84.

Назначение — отливки, предназначенные для эксплуатации в условиях низких температур и высоких скоростей нагружения.

Химический состав, % (ТУ 24.11.01.092—84)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	V
			не более					
0,14— 0,25	0,80— 1,40	0,20— 0,40	0,030	0,030	0,30	0,80— 1,20	0,15— 0,25	0,06— 0,12

Механические свойства (ТУ 24.11.01.092—84)

Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
	не менее					
Нормализация 910—930 °С или нормализация 910—930 °С. Отпуск 600—650 °С	550	700	15	33	60	202
Закалка 910—930 °С. Отпуск 600—650 °С	600	700	14	30	70	217

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² (ТУ 24.11.01.092—84)

Температура, °С			Термообработка
+20	+40	—60	
не менее			
60	40	35	Нормализация 910—930 °С или нормализация 910—930 °С, отпуск 600—650 °С
70	40	30	Закалка 910—930 °С. Отпуск 600—650 °С

Сталь 15ГНЛ

Вид поставки — отливки ТУ 24.11.01.092—84

Назначение — отливки, идущие на изготовление деталей, производимых предприятиями тяжелого и транспортного машиностроения и предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур и высоких скоростей нагружения.

Химический состав, % (ТУ 24.11.01.092—84)

С	Mn	Si	P	S	Cr	Ni
			не более			
0,12—0,20	0,80—1,40	0,20—0,40	0,03	0,03	0,30	0,80—1,20

Механические свойства (ТУ 24.11.01.092—84)

Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
	не менее					
Нормализация 900—920 °С или нормализация 900—920 °С, отпуск 600—650 °С	350	450	18	35	60	140
Закалка 900—920 °С. Отпуск 600—650 °С	400	500	14	45	60	150

Ударная вязкость КСУ, Дж/см² (ТУ 24.11.01.092—84)

Температура, °С			Термообработка
+20	—40	—60	
иc менее			
60	45	40	Нормализация 900—920 °С. Отпуск 600—650 °С. Закалка 900—920 °С. Отпуск 600—650 °С
60	50	40	

Сталь 20Х13Л

Вид поставки — отливки ГОСТ 2176—77.

Назначение — детали, подвергающиеся ударным нагрузкам, а также изделия, подвергающиеся действию относительно слабых агрессивных сред. Сталь коррозионно-стойкая, мартенситного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 2176—77)

C	Si	Mn	Cr	NI	Cu	S	P
				иe более			
0,16—0,25	0,20—0,80	0,30—0,80	12,0—14,0	0,50	0,30	0,025	0,030

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 2176—77)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
	иe менее				
Отжиг 950 °С. Закалка 1050 °С, масло или воз- дух. Отпуск 750 °С, воздух	450	600	16	40	40

Ударная вязкость отливок сечением 30 мм КСУ, Дж/см² [131]

Температура, С				Термообработка
—20	—40	—60	—80	
34—74	30—63	10—64	6—62	Нормализация 940—950 °С, отпуск 740—750 °С, воздух; закалка 940—950 °С, масло; отпуск 740—750 °С, воздух

Механические свойства в зависимости от сечения отливки [131]

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ
		МПа		%			
Нормализация 940—950 °С, отпуск 740—750 °С, воздух, закалка 940—950 °С, масло; отпуск 740—750 °С, воздух							
10	Ц	390—460	610—680	22—28	51—64	63—117	—

Сечение, мм	Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%			
30	Ц	415—500	620—670	18—30	61—64	123—166	196—206
50	Ц	385—460	610—650	15—29	22—67	52—131	187—206
100	Ц	430—500	630—670	22—27	45—61	64—108	187—206
	К	440—505	630—690	21—27	40—63	77—117	187—206
200	Ц	540—570	680—710	10—14	20—30	30—52	—
	К	495—570	640—730	12—17	19—41	32—60	—

**Механические свойства отливок сечением 30 мм
при повышенных температурах [131]**

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	

*Нормализация 940—950 °С, стпуск 740—750 °С, воздух;
закалка 940—950 °С, масло, отпуск 740—750 °С, воздух*

100	385—455	560—630	21—23	57—66
200	355—445	520—600	18—22	55—65
300	360—395	510—540	17—19	51—62
400	335—405	470—530	14—19	51—61
500	300—380	390—465	14—20	52—64

Технологические свойства

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой. Подогрев и термообработка применяются в зависимости от вида сварки и назначения конструкции [81].

Обрабатываемость резанием — при НВ ≥ 170 $K_{в.ст} = 0,5$, $K_{тв.спл} = 1,2$.

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1489—1497
Показатель трещиностойкости, $K_{т.у.}$	0,6
Склонность к образованию усадочных раковин, $K_{у.р.}$	0,8
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	1,0
Линейная усадка, %	2,2—2,3
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у.п.}$	1,0

Сталь 10X18H9Л

Заменитель — сталь 14X18H4Г4Л.

Вид поставки — отливки ГОСТ 2176—77

Назначение — различные детали, работающие при температуре до 400 °С. Сталь коррозионно-стойкая, жаростойкая до 750 °С, не стойкая в сернистых газах, аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 2178—77)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
					не более		
0,07—0,14	0,20—1,00	1,00—2,00	17,0—20,0	8,00—11,00	0,30	0,030	0,035

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 2178—77)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см ²
	МПа		%		
	не менее				
Закалка 1050—1100 °С, вода, масло или воздух	180	450	25	35	100

Жаростойкость [5]

Температура, °С	Длительность испытания, ч	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
1000	500	0,018—0,020	4

Сталь 12Х13Н9ТЛ

Вид поставки — отливки ГОСТ 2176—77.

Назначение — различные детали машиностроения, работающие при температуре не выше 700 °С. Сталь коррозионно-стойкая, жаростойкая до 750 °С, жаропрочная при температуре до 600 °С, аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 2176—77)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Cu	S	P
не более					не более			
0,12	0,20—1,0	1,0—2,0	17,0—20,0	8,0—11,0	0,60	0,30	0,03	0,035

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 2176—77)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	KCU, Дж/см²
	МПа		%		
	не менее				
Закалка 1050—1100 °С, вода, масло или воздух	200	450	25	32	60

Механические свойства по сечению литой заготовки [131]

Режим термообработки	Место вы- резки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	КСУ, Дж/см ²	НВ
		МПа		%		
Сечение заготовки 200 мм						
Закалка 1060—1070 °С, вода.	Ц	225—245	455—510	30—49	172—196	143—156
Стабилизирующий от- жиг 840—850 °С, 4 ч, воздух	К	230—265	465—515	42—53	157—208	156

Механические свойства при повышенных температурах [81]

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		
Аустенизация при 1100 °С, 4 ч, воздух. Стабилизация при 800 °С, 1020 °С, охлаждение с печью					
20	195—235	500—660	24—25	30—35	78—108
350	195	335—370	11—13	25—29	64—98
400	195	355—370	12—17	24—41	69—108
450	165	355	23	42—46	78—98
500	185	345	17	35—42	69—88
550	165	305	23	51	98
600	155	275	24	47	88
650	175	275	17—21	33—39	78—108
700	175	225—255	15—17	26—38	88

Технологические свойства [81]

Свариваемость — ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС и АДС под газовой защитой. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1425—1440
Показатель трещиностойкости, K_T , у.	1,0
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у.р.}$	1,0
Жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$	1,0
Линейная усадка, %	2,7—2,8
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у.п.}$	1,0

Сталь 20Х20Н14С2Л

Вид поставки — отливки ГОСТ 2176—77.

Назначение — печные конвейеры, ящики для цементации и другие детали, работающие при высоких температурах в нагруженном состоянии. Сталь жаростойкая до 1000—1050 °С, устойчива в науглероживающей среде, аустенито-ферритного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 2176—77)

C	Si	Cr	Ni	Mn	Cu	S	P
не более				не более			
0,20	2,00—3,00	19,0—22,0	12,0—15,0	1,50	0,30	0,025	0,035

Механические свойства в сечениях до 100 мм (ГОСТ 2176—77)

Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
	МПа		%	
	не менее			
Нормализации 1100—1150 °С, воздух	250	500	20	25

Технологические свойства

Свариваемость — сваривается без ограничений [83].

Сталь 20Х25Н19С2Л

Вид поставки — отливки ГОСТ 2176—77.

Назначение — детали, работающие при высоких температурах в сильно нагруженном состоянии: реторты для отжига, части печей и ящики для цементации. Сталь коррозионно-стойкая, жаростойкая при температуре до 1100 °С, жаропрочная, аустенитного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 2176—77)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
не более					не более		
0,20	2,0—3,0	0,50—1,50	23,0—27,0	18,0—20,0	0,30	0,030	0,035

Механические свойства в сечениях до 100 мм

Источник	Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
		МПа		%	
		не менее			

Отливки сечением до 100 мм

ГОСТ 2176—77	Закалка 1100 °С, вода, масло или воздух	250	500	25	28
[83]	Нормализация 1100—1150 °С, воздух	245	490	20	25

Сталь 40Х24Н12СЛ

Заменитель — сталь 35Х23Н7СЛ.

Вид поставки — отливки ГОСТ 2176—77.

Назначение — детали, работающие при высокой температуре и давлении (лопатки компрессоров и сопловых аппаратов, печные конвейеры, шнеки, крепежные детали и др.). Сталь коррозионно-стойкая, жаростойкая до 1000 °С, жаропрочная аустенито-ферритного класса.

Химический состав, % (ГОСТ 2176—77)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
не более					не более		
0,40	0,50—1,50	0,30—0,80	22,0—26,0	11,0—13,0	0,30	0,030	0,035

Механические свойства

Источник	Режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
			МПа		%		
			не менее				
ГОСТ 2176—77	Закалка 1050 °С, вода, масло или воздух	До 100	250	500	20	28	—
[75]	Литое состояние	—	215—235	550—610	24—38	29—49	34—78

Механические свойства при повышенных температурах

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²
	МПа		%		

Закалка 1150 °С, вода [81]

20	295	590	45	60	—
540	—	470	41	62	—
760	—	265	46	51	—
815	—	205	40	52	—

Циклический отжиг в течение 3500—5000 ч. Цикл: нагрев до 950 °С, 8 ч, выдержка 8 ч, охлаждение до комнатной температуры 8 ч [75]*

20	245—315	410—620	7—30	11—32	23—39
800	170—200	285—335	8—20	6—30	—
900	78—88	98—110	19—26	26—36	—
950	59	69—78	18—34	5—28	—

* — Данный режим максимально приближен к условиям работы деталей печного оборудования (приспособления и арматура нагревательных печей термических цехов)

Механические свойства при испытании на длительную прочность [81]

Скорость ползучести, %/ч	Температура, °С	Предел ползучести, МПа
1/10 000	700 875	65 22
1/10 000	1000	7
0,5/100 000	1000	6
Длительность, ч	Температура, °С	Предел длительной ползучести, МПа
500 1000	800	51 44
500 1000	875	37 33

Технологические свойства [82]

Свариваемость — способ сварки РДС.

Флокеночувствительность — не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Обрабатываемость резанием — $K_{\text{в тв. спл}} = 0,3$.

Жаростойкость [81]

Среда	Температура, °С	Глубина, мм/год	Группа стойкости или балл
Воздух	900	0,055	5
	1000	0,322	6
	1050	1,660	8

Литейные свойства [24]

Линейная усадка 2,7 %

Сталь 25Х2НМЛ

Заменитель — стали. 35ХН2МЛ, 35ХНМЛ.

Вид поставки — отливки ТУ 24.11.01.091—84.

Назначение — отливки для деталей тяжелого и транспортного машиностроения, работающих в условиях низких температур и повышенных условиях нагружения.

Химический состав, % (ТУ 24.11.01.091—84)

С	Mn	Si	Cr	Mo	Ni	S	P
						не более	
0,22— 0,30	0,50—0,80	0,20—0,45	1,60—2,00	0,20—0,30	0,60—0,90	0,040	0,040

Механические свойства (ТУ 24.11.01.091—84)

$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	
МПа		%		Температура испытания, °С	
не менее				+20	-40

Закалка 920 °С. Отпуск 580—620 °С

650	750	12	25	60	40

Механические свойства в зависимости от места вырезки образца [122]

Место вырезки образца	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	
	МПа		%		Температура испытания, °С	
					+20	-40

*Отливки сечением 140—250 мм. Закалка 880 °С.
Отпуск 560—570 °С*

Ц	815	915	7	21	65	40
К	970	1170	9	38	70	52

Сталь 110Г13Л

ЗамениТЕЛЬ —

Вид поставки — отливки ГОСТ 2176—77.

Назначение — корпуса вихревых и шаровых мельниц, щеки и конуса дробилок, зубья и передние стенки ковшей экскаваторов, железнодорожные крестовины и др. тяжело нагруженные детали, работающие под действием статических и высоких динамических нагрузок и от которых требуется высокая износостойкость.

Химический состав, % (ГОСТ 2176—77)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
			не более				
0,90—1,40	0,80—1,00	11,50—15,00	1,00	1,00	0,30	0,050	0,12

Механические свойства отливок сечением 30 мм при различных температурах испытания [131]

$\sigma_{0,2}$	σ_s	δ	ψ	КСУ, Дж/см²					НВ
МПа		%		Температура испытания, С					
				+20	-20	-40	-60	-80	

Закалка 1050—1100 °С, вода

360— 380	654— 830	34—53	34—43	260— 350	240— 320	220— 300	190— 300	90— 210	186— 229

Предел выносливости [85]

σ_{-1} , МПа	n	Состояние стали
176—196	10^6	$\sigma_B = 640—710$ МПа

Предел длительной прочности [85]

$\sigma_{1000}^{200} = 882$ МПа, $\sigma_{1000}^{550} = 107$ МПа, $\sigma_{1000}^{300} = 686$ МПа, $\sigma_{1000}^{400} = 441$ МПа.

Технологические свойства [81]

Свариваемость — не применяется для сварных конструкций.
 Обрабатываемость резанием — при HB 229 $K_{p\text{ тв. спл}} = 0,25$.
 Флокочувствительность — не чувствительна.
 Склонность к отпускной хрупкости — не склонна.

Коррозионная стойкость [131]

Среда	Глубина коррозии, мм/год
КТВ	0,043
3 % раствор NaCl	0,081

Литейные свойства [81]

Температура начала затвердевания, °С	1350—1370
Показатель трещиностойкости, $K_{т. у.}$	0,4
Склонность к образованию усадочной раковины, $K_{у. р.}$	1,7
Жидкотекучесть, $K_{ж. т.}$	0,8
Линейная усадка, %	2,6—2,7
Склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у. п.}$	2,5

РАЗДЕЛ 5 ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Модуль нормальной упругости, E , ГПа

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
ВСт3кп	213	208	202	195	187	176	167	153	—	—
ВСт2пс	198	183	175	167	158	—	—	—	—	—
ВСт3пс	213	208	202	195	187	176	167	153	—	—
ВСт4пс	196	183	174	167	158	—	—	—	—	—
ВСт5пс	198	196	186	175	167	—	—	—	—	—
ВСт6пс	197	197	186	175	168	—	—	—	—	—
ВСт6сп	197	197	186	175	168	—	—	—	—	—
ВСт2сп	198	183	175	167	158	—	—	—	—	—
ВСт3сп	194	192	187	183	178	167	159	146	120	99
ВСт5сп	198	196	191	185	164	—	—	—	—	—
15К	207	204	201	196	187	176	162	—	—	—
20К	207	204	201	196	187	176	162	—	—	—
22К	207	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16ГС	—	—	—	181	172	162	—	—	—	—
14Г2АФ	—	196	200	194	186	177	167	148	124	106
10ХСНД	—	197	201	195	188	180	169	156	135	125
08кп	203	207	182	153	141	—	—	—	—	—
10кп	186	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15кп	201	192	185	172	156	—	—	—	—	—
20кп	212	208	203	197	189	177	163	140	—	—
08пс	203	206	183	—	—	—	—	—	—	—
10пс	186	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15пс	201	192	185	172	156	—	—	—	—	—
20пс	212	208	203	197	189	177	163	140	—	—
25пс	198	196	191	186	163	—	—	—	—	—
08	203	207	182	153	141	—	—	—	—	—
10	206	199	195	186	178	169	157	—	—	—
15	201	192	185	176	156	—	—	—	—	—
20	212	208	203	197	189	177	163	140	—	—
25	198	196	191	186	163	—	—	—	—	—
30	200	196	191	185	—	—	164	—	—	—
35	206	197	187	156	168	—	—	—	—	—
40	212	206	201	192	176	163	151	131	118	—
45	200	201	193	190	172	—	—	—	—	—
50	216	213	207	200	180	171	154	136	123	—
55	210	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Сталь марки	Температура испытания, °C									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
60	204	—	208	189	174	—	—	—	—	—
65	205	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	206	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	191	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	191	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Г	—	186	183	—	—	—	—	—	—	—
20Г	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30Г	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40Г	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Г	216	213	208	199	185	174	160	142	130	—
10Г2	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35Г2	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40Г2	212	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45Г2	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Г2	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Х	215	212	194	191	179	170	162	142	132	—
20Х	216	213	198	193	181	171	165	143	133	—
30Х	208	211	—	197	—	175	—	—	—	—
35Х	214	—	—	207	—	176	—	—	—	—
38ХА	196	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40Х	214	211	206	203	185	176	164	143	132	—
45Х	206	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Х	207	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15ХФ	206	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40ХФА	215	212	205	199	182	173	166	144	135	—
18ХГТ	211	205	197	191	176	168	155	136	129	—
20ХГР	207	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25ХГСА	213	206	194	187	175	168	163	143	130	—
30ХГТ	212	202	195	189	174	169	157	138	132	—
30ХГС	194	185	173	169	166	156	—	—	—	—
30ХГСА	215	211	203	196	184	173	164	143	125	—
33ХС	214	206	196	185	176	168	157	137	127	—
38ХС	211	203	194	184	174	166	157	139	127	—
40ХС	219	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12МХ	212	206	200	195	189	179	170	160	—	—
15ХМ	205	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30ХМ	208	207	204	197	188	176	160	—	—	—
30ХМА	208	207	204	197	188	176	160	—	—	—
35ХМ	213	212	206	201	191	183	—	—	—	—
38ХМА	211	201	194	184	174	169	166	141	129	—
12Х1МФ	198	193	188	183	175	167	157	151	—	—
25Х1МФ	213	207	204	194	187	176	164	—	—	—
25Х2М1Ф	217	211	205	200	193	186	174	—	—	—
38Х2МЮА	209	202	194	190	181	174	162	147	137	—
20Х3МВФ	207	204	200	193	186	182	177	171	164	—
15Х5М	211	—	—	—	178	145	102	—	—	—
60Г	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65Г	215	213	207	200	180	170	154	136	128	—
55С2	196	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60С2	212	206	198	192	181	178	158	144	134	—
60С2А	212	206	198	192	181	178	158	144	134	—
70С3А	214	208	198	192	185	180	152	139	132	—
50ХФА	218	215	210	200	188	178	160	142	132	—

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
60С2ХА	196	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60С2ХФА	191	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65С2ВА	211	206	200	195	185	178	154	136	131	—
60С2Н2А	191	—	—	—	—	—	—	—	—	—
А12	198	183	—	166	—	—	—	—	—	—
ШХ15	211	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ШХ15СГ	211	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40ХН	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12ХН2, 12ХН2А	211	203	196	190	176	172	154	141	130	—
12ХН3А	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20ХН3А	212	204	194	188	169	169	153	138	132	—
30ХН3А	215	207	195	187	175	171	—	—	—	—
12Х2Н4А	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Х2Н4А	203	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30ХГСН2А	195	—	—	180	168	135	—	—	—	—
30ХН2МА	204	201	194	186	182	171	159	—	—	—
40ХН2МА	215	211	201	190	177	173	—	—	—	—
38ХН3МА	207	203	196	192	182	173	167	147	135	—
38Х2Н2МА	213	206	194	180	174	164	157	141	129	—
18Х2Н4МА,										
18Х2Н4ВА	200	165	141	—	139	—	—	—	—	—
34ХН3М	207	203	198	192	182	173	—	—	—	—
30ХН2МФА	216	207	206	188	176	169	—	—	—	—
36Х2Н2МФА	212	204	198	186	173	166	156	139	127	—
38ХН3МФА	210	203	197	190	184	176	170	154	137	—
45ХН2МФА	216	207	197	188	176	168	152	136	128	—
У8	209	205	199	192	185	175	166	—	—	—
У8А	209	205	199	192	185	175	166	—	—	—
У9	207	—	—	—	—	—	—	—	—	—
У9А	207	—	—	—	—	—	—	—	—	—
У12	209	205	200	193	185	178	166	—	—	—
У12А	209	205	200	193	185	178	166	—	—	—
9ХС	190	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3Х2В8Ф	224	218	211	204	196	187	177	—	—	—
3Х3М3Ф	207	—	—	177	—	—	—	—	—	—
4Х5МФ1С	207	—	—	187	—	—	160	—	—	—
Р6М5К5	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Р9	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Р9М4К8	229	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Р18	228	223	219	210	201	192	181	—	—	—
40Х10С2М	214	211	205	202	196	187	172	151	129	—
08Х13	217	212	206	198	189	180	—	—	—	—
12Х13	217	212	206	198	189	180	—	—	—	—
20Х13	218	214	208	200	189	181	169	—	—	—
30Х13	216	212	206	196	187	177	166	—	—	—
40Х13	214	208	202	194	185	173	160	—	—	—
10Х14АГ15	205	—	—	—	179	—	—	—	—	—
12Х17	232	227	219	211	201	192	182	165	148	—

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
08Х17Т	206	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95Х18	204	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Х25Г	204	200	197	189	176	164	140	124	119	109
15Х28	220	216	210	204	193	184	165	—	—	—
10Х14Г14Н4Т	194	189	181	170	164	159	161	—	—	—
14Х17Н2	193	—	—	164	—	148	133	—	—	—
12Х18Н9	199	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17Х18Н9	199	—	—	—	—	—	—	147	—	—
08Х18Н10	196	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х18Н9Т	195	189	182	175	167	180	153	143	135	—
12Х18Н10Т	198	194	189	181	174	166	157	147	—	—
08Х18Н10Т	196	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х18Н12Т	210	198	193	186	177	170	157	147	—	—
08Х22Н6Т	203	201	193	181	165	162	154	141	139	—
20Х23Н13	207	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Х23Н18	200	—	—	182	176	170	160	150	141	—
12Х25Н16Г7АР	193	186	178	171	163	156	147	138	131	127
15Х12ВНМФ	212	207	202	196	190	181	167	—	—	—
20Х12ВНМФ	212	207	202	196	190	181	167	—	—	—
37Х12Н8Г8МФБ	171	—	157	147	140	133	125	115	—	—
45Х14Н14В2М	208	196	190	181	173	166	157	149	141	—
40Х15Н7Г7Ф2МС	185	—	187	157	147	147	147	118	118	—
10Х17Н13М2Т	206	—	186	177	177	167	157	147	—	—
31Х19Н9МВБТ	201	—	—	186	181	175	167	157	—	—
06ХН28МДТ	—	191	186	179	171	161	156	151	145	—
ХН35ВТ	198	195	190	186	179	173	166	158	150	—
ХН35ВТЮ	214	206	198	195	189	181	170	163	148	—
ХН70Ю	191	182	173	166	156	147	137	118	94	—
ХН70ВМЮТ	221	217	211	205	198	193	186	178	—	—
ХН70ВМТЮФ	196	—	—	—	—	167	162	152	142	127
ХН77ТЮР	196	—	—	—	—	—	157	147	128	—
ХН78Т	224	219	213	206	200	193	184	—	—	—
ХН80ТБЮ	220	217	211	206	200	193	184	174	—	—
08Х18Г8Н2Т	212	203	195	184	177	164	167	146	161	—
20Л	201	196	188	183	173	165	152	132	120	—
35Л	212	206	201	192	176	163	151	131	118	—
50Л	219	214	208	196	178	170	155	136	122	—
35ХГСЛ	215	211	203	196	184	174	164	143	125	—
40ХЛ	219	216	210	204	185	176	164	143	132	—
35ХМЛ	215	212	207	203	192	179	166	141	130	—
32Х06Л	216	211	207	195	178	174	166	146	131	—
08ГДНФЛ	212	206	201	189	177	167	155	137	127	—
12ДН2ФЛ	211	206	196	189	181	174	155	135	127	—
20ХГСНДМЛ	209	201	193	184	176	169	153	133	128	—
20Х13Л	222	216	211	203	195	184	167	149	140	—
12Х18Н9ТЛ	194	189	176	165	149	138	133	125	112	—
40Х24Н12СЛ	196	—	—	—	—	167	157	145	—	—

Модуль упругости при сдвиге кручением G , ГПа

Сталь марки	Температура испытания, °C									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
ВСт5пс	81	80	77	74	71	67	62	—	—	—
ВСт6пс	82	80	77	74	71	67	62	—	—	—
ВСт6сп	82	80	77	74	71	67	62	—	—	—
ВСт5сп	81	80	77	74	71	67	62	—	—	—
15К	78	77	76	73	69	66	59	—	—	—
15кп	83	80	77	74	71	68	63	—	—	—
15пс	83	80	77	74	71	68	63	—	—	—
25пс	81	80	76	73	70	66	61	—	—	—
10	78	77	76	73	69	66	59	—	—	—
15	83	78	77	74	71	68	63	—	—	—
20	78	77	76	73	69	66	59	—	—	—
25	81	80	76	73	70	66	61	—	—	—
30	78	77	76	73	69	66	59	—	—	—
40	82	80	78	75	68	63	58	50	45	—
45	78	—	—	69	—	59	—	—	—	—
50	88	87	84	81	71	67	61	54	49	—
70	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	76	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Г	84	83	81	77	73	68	62	55	50	—
45Г2	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Г2	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Х	83	82	76	74	71	67	63	55	50	—
20Х	84	83	76	74	71	67	62	55	50	—
30Х	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35Х	83	—	—	74	—	65	—	—	—	—
38ХА	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40Х	85	83	81	78	71	68	63	55	50	—
45Х	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Х	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40ХФА	84	83	80	77	71	66	64	56	52	—
18ХГТ	84	80	77	75	68	66	59	52	49	—
25ХГСА	83	81	76	74	68	65	63	51	49	—
30ХГТ	83	79	76	74	67	66	61	53	51	—
30ХГС	84	82	79	75	71	66	62	54	47	—
30ХГСА	84	82	79	75	71	66	62	54	47	—
33ХС	84	80	76	73	69	65	61	53	49	—
38ХС	84	80	78	72	68	65	62	55	48	—
40ХС	85	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35ХМ	82	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38ХМА	84	80	78	73	69	65	62	55	48	—
25Х1МФ	82	80	77	75	71	66	63	—	—	—
25Х2М1Ф	82	79	72	74	71	66	57	—	—	—
38Х2МЮА	82	79	76	75	71	67	62	57	53	—
60Г	81	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65Г	84	83	80	77	70	65	58	51	48	—
55С2	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60С2	82	80	77	74	69	68	60	54	50	—
60С2А	82	80	77	74	69	68	60	54	50	—
70С3А	83	81	76	79	69	67	57	52	49	—
50ХФА	85	83	81	79	73	70	62	54	50	—
60С2ХА	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Сталь марки	Температура испытания, °C									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
60C2XΦA	77	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65C2BA	82	80	78	74	70	67	58	51	49	—
60C2H2A	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ШХ15	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ШХ15СГ	79	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12XH2, 12XH2A	95	80	76	71	69	67	60	55	50	—
20XH3A	83	80	76	70	68	66	59	53	51	—
30XH3A	84	81	76	72	67	65	—	—	—	—
30XГCH2A	77	—	—	70	65	51	—	—	—	—
30XH2MA	80	79	76	72	69	67	61	—	—	—
40XH2MA	84	81	77	73	68	66	—	—	—	—
38XH3MA	82	80	77	76	72	69	66	57	53	—
38X2H2MA	84	80	76	71	67	63	59	59	48	—
34XH3M	79	79	—	—	69	59	—	—	—	—
30XH2MΦA	87	81	77	73	68	64	—	—	—	—
36X2H2MΦA	84	80	78	74	68	65	61	53	48	—
38XH3MΦA	83	80	77	75	72	69	66	60	53	—
45XH2MΦA	87	82	78	73	69	65	59	52	48	—
У8, У8А	81	80	77	74	71	67	62	—	—	—
У9, У9А	79	—	—	—	—	—	—	—	—	—
У12, У12А	82	80	78	75	72	69	63	—	—	—
9XC	79	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P6M5K5	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P9	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P9M4K8	87	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P18	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08X13	85	80	80	77	73	68	62	—	—	—
12X13	85	80	80	77	73	68	62	—	—	—
20X13	86	84	80	78	73	69	63	—	—	—
30X13	86	84	81	77	74	69	64	—	—	—
12X17	93	89	85	82	78	75	69	61	—	—
15X28	89	86	84	80	76	70	62	—	—	—
12X18H9T	77	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12X18H10T	77	74	71	67	63	59	57	54	49	—
12X18H12T	77	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31X19H9MBBT	78	—	—	68	65	62	58	54	—	—
XH70BMЮT	83	82	79	77	74	71	69	66	65	—
20Л	78	76	73	71	67	63	58	50	45	—
35Л	82	80	78	75	68	63	58	50	45	—
50Л	85	83	81	76	69	65	59	52	46	—
35XГCЛ	84	82	79	76	71	66	62	54	47	—
40XЛ	85	84	81	78	71	68	63	54	50	—
35XМЛ	83	81	79	77	74	69	63	53	49	—
32X06Л	84	82	80	76	68	66	63	55	49	—
08ГДНФЛ	83	81	78	73	67	64	59	52	48	—
12ДН2ФЛ	82	80	76	74	70	67	59	51	48	—
20XГCHДМЛ	82	78	76	71	67	64	58	50	48	—
20X13Л	87	84	82	79	76	71	64	55	53	—
12X18H9TЛ	76	73	68	63	59	52	50	47	42	—

Плотность ρ_n , кг/см³

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
15К	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20К	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16Г	7850	7846	7814	7781	7745	7708	7668	7628	7598	7602
08кп	7871	7832	7800	7765	7730	7692	7653	7613	7582	7594
10кп	7856	7827	7794	7759	7724	7687	7648	7611	7599	7584
15кп	7850	7834	7803	7770	7736	7699	7659	7617	7594	7600
20кп	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08лс	—	7846	7814	7781	7745	7708	7668	7628	7598	7602
10лс	—	7832	7800	7765	7730	7692	7653	7613	7582	7594
15лс	—	7794	7759	7724	7687	7648	7611	7599	7584	—
20лс	7850	7827	7794	7759	7724	7687	7648	7611	7599	7600
25лс	—	7834	7803	7770	7736	7699	7659	7617	7594	7600
08	7850	7828	7798	7765	7725	7693	7653	7610	7600	7550
10	7871	7846	7814	7781	7745	7708	7668	7628	7598	7602
15	7856	7832	7800	7765	7730	7692	7653	7613	7582	7594
20	7850	7827	7794	7759	7724	7687	7648	7611	7599	7584
25	7859	7834	7803	7770	7736	7699	7659	7617	7624	7600
30	7820	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	7826	7804	7771	7737	7700	7662	7623	7583	7600	7549
45	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	7826	7799	7769	7735	7698	7662	7625	7587	7595	—
55	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	7820	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Г	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Г	7820	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30Г	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40Г	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Г	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10Г2	7790	7827	7794	—	—	—	—	—	—	—
35Г2	7790	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40Г2	7800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45Г2	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Г2	7500	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Х	7830	7810	7780	—	7710	—	7640	—	—	—
20Х	7830	7810	7780	—	7710	—	7640	—	—	—
30Х	7820	7800	7770	7740	7700	7670	7630	7590	7610	7560
38ХА	7850	—	7800	—	—	—	7650	—	—	—
40Х	7850	—	7800	—	—	—	—	—	—	—
45Х	7820	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Х	7820	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15ХФ	7760	7730	7710	7670	7640	7600	7570	7530	—	—
40ХФА	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18ХГТ	7800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20ХГТ	7760	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25ХГТ	7800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30ХГТ	7850	7830	7790	7760	7730	7690	7650	7610	—	—
30ХГТ	7850	7830	7800	7760	7730	7700	7670	—	—	—
33ХС	7850	7830	7800	7760	7730	7700	7670	—	—	—
38ХС	7640	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
40XC	7740	7720	7690	—	7620	—	7540	—	—	—
12MX	7850	7830	7800	7760	7730	7690	7650	7610	—	—
15XM	7850	7830	7800	7760	7730	7700	7660	—	—	—
30XM	7820	7800	7770	7740	7700	7660	—	—	—	—
30XMA	7820	7800	7770	7740	7700	7660	—	—	—	—
35XM	7820	7800	7770	—	7770	—	7630	—	—	—
12X1MΦ	7800	7780	7750	7720	7680	7640	7600	7570	7540	7560
25X1MΦ	7840	—	7790	—	7720	—	7650	—	—	—
25X2M1Φ	7800	7780	7750	7720	7680	7650	7600	—	—	—
38X2M10A	7710	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20X3MВФ	7800	—	—	—	7690	7660	7620	—	—	—
15X5M	7750	7730	7700	7670	7640	7610	7580	—	—	—
60Г	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65Г	7850	7830	7800	—	7730	—	—	—	—	—
60C2	7680	7660	7630	7590	7570	7520	—	—	—	—
60C2A	7680	7660	7630	7590	7570	7520	—	—	—	—
50XΦA	7800	7780	7750	7720	7680	7650	7610	—	—	—
65C2BA	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A12	7830	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ШХ15	7812	7790	7750	7720	7680	7640	—	—	—	—
ШХ15CP	7650	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40XH	7820	7800	7770	7740	7700	—	—	—	—	—
45XH	7820	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50XH	7860	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12XH2, 12XH2A	7880	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12XH3A	7850	7830	7800	7760	7720	7680	7640	—	—	—
20XH3A	7850	7830	—	7760	—	—	7660	—	—	—
30XH3A	7850	7830	7800	7770	7730	7700	7670	7690	7650	7600
12X2H4A	7840	7820	—	7760	7710	—	7630	—	—	—
20X2H4A	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40XH2MA	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18X2H4MA	7950	7930	7900	7860	7830	7800	7760	—	—	—
34XH3M	7830	7810	7780	—	7710	—	7650	—	—	—
18X2H4BA	7950	7930	7900	7860	7830	7800	7760	—	—	—
38XH3MΦA	7900	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9X2MΦ	7840	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75XM	7900	—	—	—	—	—	—	—	—	—
У7, У7A	7830	—	—	—	—	—	—	—	—	—
У8, У8A	7839	7817	7786	7752	7714	7676	7638	7600	7852	—
У9, У9A	7745	7726	7717	7690	7686	7655	7622	7586	7568	7523
У10, У10A	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
У12, У12A	7830	7809	7781	7749	7713	7675	7634	7592	7565	7489
9XC	7830	—	—	—	—	—	—	—	—	—
X12M	7700	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XBГ	7850	7830	—	7760	—	—	7660	—	—	—
3X3M3Φ	7828	7808	7783	7754	7721	7684	7642	7597	7565	7525
4X5MΦ1C	7716	7692	7660	7627	7593	7559	7523	7490	7459	7438
4X5MΦC	7750	7724	7697	7670	7641	7600	7573	7546	7520	7495
P6M5K5	8200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P9	8300	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P9M4K8	8300	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P18	8800	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
40Х9С2	7630	7610	7580	—	7510	—	7440	—	7390	—
40Х10С2М	7620	7610	—	—	—	—	—	—	7430	—
08Х13	7760	7740	7710	—	—	—	—	—	—	—
12Х13	7720	7700	7670	7640	7620	7580	7550	7520	7490	7500
20Х13	7670	7660	7630	7600	7570	7540	7510	7480	7450	—
30Х13	7670	7650	7620	7600	7570	7540	7510	7480	7450	7460
40Х13	7650	7630	7600	7570	7540	7510	7480	7450	7420	—
10Х14АГ15	7900	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х17	7720	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08Х17Т	7700	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95Х18	7750	7730	—	—	—	—	—	—	7540	—
15Х25Т	7600	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Х28	7630	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25Х13Н2	7680	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10Х14Г14Н4Т	7800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14Х17Н2	7750	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х18Н9	7900	7860	7820	7780	7740	7690	7650	7600	7560	7510
17Х18Н9	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08Х18Н10	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х18Н9Т	7900	7860	7820	7780	7740	7690	7650	7600	7560	7510
12Х18Н10Т	7900	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08Х18Н10Т	7900	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х18Н12Т	7900	7870	7830	7780	7740	7700	7850	7610	—	—
20Х20Н14С2	7800	7760	—	—	—	—	7550	7510	7470	7420
08Х22Н6Т	7700	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Х23Н13	7820	7790	—	—	—	—	7580	—	7480	—
12Х25Н16Г7АР	7820	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Х23Н18	7900	—	—	—	7760	7720	7670	7620	—	7540
10Х23Н18	7950	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Х25Н20С2	7720	7680	—	—	—	—	—	—	7440	7390
15Х12ВНМФ	7850	7830	7800	7780	7760	7730	7700	7670	—	—
20Х12ВНМФ	7850	7830	7800	7780	7760	7730	7700	7670	—	—
37Х12Н8Г8МФБ	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45Х14Н14В2М	8000	—	7930	—	7840	—	7760	—	7660	—
40Х15Н7Г7Ф2МС	7800	7770	7720	7680	7630	7580	7530	—	—	—
10Х17Н13М2Т	7900	7870	7830	7790	7750	7700	7660	7620	—	—
31Х19Н9МВБТ	7960	—	—	—	—	—	—	—	—	—
06ХН28МДТ	7960	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ХН35ВТ	8164	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ХН35ВТЮ	8040	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ХН70Ю	7900	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ХН70ВМЮТ	8600	8570	8540	8510	8470	8430	8390	8340	8290	8240
ХН77ТЮР	8200	8180	8140	8110	8070	8040	8000	7960	7920	7870
ХН78Т	8400	8380	8340	8310	8260	8220	8180	8130	8090	8040
ХН80ТБЮ	8300	—	—	8210	8170	8130	8090	8040	7990	—
Х15Н60—Н	8200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Х20Н80	8400	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Х27Ю5Т	7190	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Л	7820	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Л	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25Л	7830	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30Л	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35Л	7830	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Сталь марки	Температура испытания, °C									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
40Л	7810	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45Л	7800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Л	7820	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55Л	7820	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35ХГСЛ	7890	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40ХЛ	7830	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20ХМЛ	7800	7780	7750	7720	7690	7650	7620	—	—	—
35ХМЛ	7840	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32Х06Л	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08ГДНФЛ	7850	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12ДН2ФЛ	7860	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20ХГСНДМЛ	7830	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Х13Л	7740	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40Х24Н12СЛ	7800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08Х18Г8Н2Т	7700	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)

Сталь марки	Температура испытания, °C									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
25Л	51	76	65	44	38	—	—	—	—	—
30Л	—	76	65	—	44	38	—	—	—	—
35Л	53	51	49	45	42	39	35	31	27	27
40Л	—	60	53	—	47	41	—	—	—	—
45Л	—	68	55	—	36	32	—	—	—	—
50Л	48	48	46	44	41	38	34	30	25	26
55Л	—	68	55	—	36	32	—	—	—	—
35ХГСЛ	36	37	38	38	37	35	33	32	30	29
40ХЛ	48	46	45	42	39	35	32	28	27	27
35ХМЛ	47	44	42	40	37	34	31	28	27	27
32Х06Л	50	49	46	42	39	36	32	29	26	27
08ГДНФЛ	39	39	39	39	37	35	32	30	28	27
12ДН2ФЛ	37	38	38	38	37	34	32	29	27	27
20ХГСНДМЛ	25	27	28	30	32	33	33	31	28	28
20Х13Л	21	23	24	25	26	27	27	27	28	28
12Х18Н9ТЛ	15	16	18	19	21	22	24	25	26	27
08Х18Г8Н2Т	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Удельное электросопротивление (ρ , НОм·м)

Сталь марки	Температура испытания, °C									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
08кп	147	178	252	341	448	575	725	898	1073	1124
10кп	—	190	263	352	458	584	734	905	1081	1130
15кп	—	233	296	387	487	607	753	904	1092	1140
20кп	—	219	292	381	487	601	758	925	1094	1135
Спс	—	178	252	341	448	575	725	898	1073	1124

Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м °С)

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
ВСтЗсп	—	55	54	50	45	39	34	30	—	—
15К	—	57	53	—	45	—	38	—	—	—
20К	—	51	49	46	42	39	36	—	—	—
22К	50	48	46	44	—	—	—	—	—	—
14Г2АФ	—	46	44	42	40	36	33	29	—	—
10ХСНД	—	40	39	38	36	34	31	29	—	—
08кп	63	60	56	51	47	41	37	34	30	27
10кп	—	58	54	49	45	40	36	32	29	27
15кп	—	53	53	49	46	43	39	36	32	30
20кп	—	51	49	44	43	39	36	32	26	26
08пс	—	60	56	51	47	41	37	34	30	27
10пс	—	58	54	49	45	40	36	32	29	27
15пс	—	53	53	49	46	43	39	36	32	30
20пс	—	51	49	44	43	39	36	32	26	26
25пс	52	51	49	46	43	—	—	—	—	—
08	—	60	56	51	47	41	37	34	30	27
10	—	58	54	49	45	40	36	32	29	27
15	53	53	53	49	46	43	39	36	32	30
20	—	51	49	44	43	39	36	32	26	26
25	—	51	49	46	43	40	36	32	26	27
30	52	51	49	46	43	39	36	32	—	—
35	—	49	49	47	44	41	38	35	29	28
40	—	51	48	46	42	38	34	30	25	26
45	—	48	47	44	41	39	36	31	27	26
50	48	48	47	44	41	38	35	31	27	—
55	—	68	55	—	36	32	—	—	—	—
60	—	68	53	—	36	—	—	—	—	—
65	—	68	53	—	36	31	—	—	—	—
70	—	68	52	37	29	—	—	—	—	—
20Г	—	78	67	48	—	—	—	—	—	—
30Г	—	76	65	53	44	38	—	—	—	—
40Г	—	60	53	—	47	24	—	—	—	—
50Г	43	42	41	38	36	34	31	29	28	—
10Г2	—	—	38	37	36	—	—	—	—	—
35Г2	—	40	38	37	36	35	—	—	—	—
45Г2	—	—	45	43	41	35	—	—	—	—
50Г2	—	41	40	38	36	35	—	—	—	—
15Х	44	44	43	41	39	36	33	32	32	—
20Х	42	42	41	40	38	36	33	32	31	—
30Х	—	47	44	42	39	36	32	29	26	27
35Х	—	47	43	40	36	—	—	—	—	—
38ХА	—	50	46	42	40	37	35	31	—	—
40Х	41	40	38	36	34	33	31	30	27	—
15ХФ	—	43	42	42	40	36	34	30	—	—
40ХФА	37	37	37	36	33	31	31	30	28	—
18ХГТ	37	38	38	37	35	34	31	30	29	—
25ХГСА	35	36	37	37	39	34	32	31	29	—
30ХГТ	36	37	36	34	33	31	29	28	28	—
30ХГС	—	37	41	38	37	36	35	34	32	—
30ХГСА	38	38	37	37	36	34	33	31	30	—
33ХС	40	38	37	37	35	33	31	29	27	—
38ХС	38	38	37	35	34	33	31	29	28	—
40ХС	—	—	36	—	35	—	34	—	—	—

Сталь марки	Температура испытания, °C									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
12МХ	—	50	50	50	49	47	46	44	—	—
15ХМ	—	44	41	41	39	36	34	—	29	29
30ХМ	—	46	44	42	42	39	37	36	32	—
30ХМА	—	46	44	42	42	39	37	36	32	—
35ХМ	—	41	40	39	37	—	—	—	—	—
38ХМА	33	35	38	39	36	34	33	31	27	—
12Х1МФ	—	44	44	42	40	37	35	32	28	28
25Х1МФ	—	40	39	38	37	36	35	—	—	—
25Х2М1Ф	—	33	32	30	29	28	—	—	—	—
38Х2МЮА	33	33	32	31	20	20	28	27	27	—
20Х3МВФ	—	36	33	32	31	30	29	29	—	—
15Х5М	—	37	36	35	34	33	—	—	—	—
65Г	37	36	35	34	32	31	30	29	28	—
60С2	28	29	29	30	30	30	29	29	28	—
60С2А	28	29	29	30	30	30	29	29	28	—
70С3А	25	26	27	28	29	29	29	28	27	—
50ХФА	40	39	38	37	36	33	31	29	28	—
65С2ВА	27	27	28	29	29	29	29	28	28	—
А12	—	78	67	—	—	—	—	—	—	—
ШХ15	—	—	40	—	37	32	—	—	—	—
40ХН	—	44	43	41	39	37	—	—	—	—
45ХН	—	45	43	41	40	—	—	—	—	—
50ХН	—	43	40	39	38	37	36	32	23	24
12ХН2, 12ХН2А	38	38	37	35	33	31	30	29	29	—
12ХН3А	—	31	—	—	26	—	—	—	—	—
20ХН3А	36	35	34	33	33	31	31	30	28	—
30ХН3А	34	35	36	36	36	35	31	28	27	—
12Х2Н4А	—	25	—	—	19	—	—	—	—	—
20ХН4ФА	—	38	38	37	35	34	31	29	28	27
20Х2Н4А	—	24	—	—	18	—	—	—	—	—
40ХН2МА	39	38	37	37	35	33	31	29	27	—
38ХН3МА	36	36	36	35	34	33	31	30	29	—
38Х2Н2МА	38	37	35	35	33	32	30	28	28	—
18Х2Н4МА	—	36	36	35	35	34	33	32	30	—
34ХН3М	—	36	37	37	37	35	31	28	—	27
18Х2Н4ВА	—	36	36	35	35	34	33	32	30	—
30ХН2МФА	36	35	35	34	32	31	29	28	27	—
36Х2Н2МФА	36	36	35	35	34	33	31	30	29	—
38ХН3МФА	34	34	34	33	32	32	30	29	28	—
45ХН2МФА	34	34	33	32	31	30	29	27	26	—
9Х2МФ	—	37	34	32	32	32	30	23	20	14
75ХМ	—	45	41	40	39	38	37	35	24	31
У7, У7А	46	46	—	41	—	—	33	—	—	29
У8, У8А	—	49	46	42	38	35	33	30	24	25
У9, У9А	—	49	48	46	43	40	37	33	—	—
У10, У10А	40	44	—	41	—	—	38	—	—	34
У12, У12А	—	45	43	40	37	35	32	28	24	25
90ХФ	—	44	42	38	36	33	31	29	27	27
5ХНМ	—	38	40	42	42	44	46	—	—	—
3Х2В8Ф	—	25	27	29	40	46	50	—	—	—
3Х3М3Ф	32	34	36	36	36	36	34	34	33	34
4Х5МФ1С	22	25	27	29	30	31	31	31	31	32

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
4Х5МФС	29	30	30	31	33	31	30	28	26	27
P6M5K5	—	27	28	29	30	32	36	34	—	29
P9	—	23	25	26	28	30	31	—	—	—
P9M4K8	—	25	27	28	29	30	31	32	—	32
P18	—	26	27	28	29	28	27	27	—	—
40X9C2	—	17	—	20	—	—	22	—	22	—
40X10C2M	17	18	20	22	22	24	25	26	—	—
08X13	—	28	28	28	28	27	26	26	25	27
12X13	—	28	28	28	28	27	26	26	25	27
20X13	—	26	26	26	26	27	26	26	27	28
30X13	—	26	27	28	28	27	27	27	25	27
40X13	25	26	27	28	29	29	29	28	28	29
12X17	—	24	24	25	26	26	—	—	—	—
08X17T	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95X18	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15X25T	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15X28	—	21	22	23	23	24	25	—	—	—
25X13H2	18	19	20	22	24	—	—	—	—	—
10X14Г14Н4Т	15	17	18	21	24	30	36	43	51	—
14X17H2	21	22	23	24	24	25	26	27	28	30
12X18H9	—	16	18	19	20	22	23	25	26	—
17X18H9	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28
08X18H10	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12X18H9T	—	16	18	20	21	23	25	26	28	29
12X18H10T	15	16	18	19	21	23	25	27	26	—
08X18H10T	—	16	18	19	—	—	—	—	—	—
12X18H12T	15	16	18	19	21	23	25	27	26	—
20X20H14C2	—	15	17	18	19	21	23	24	26	28
08X22H6T	—	15	16	18	20	21	23	24	27	30
20X23H13	—	—	17	19	21	23	24	27	29	31
12X25H16Г7АР	14	15	16	18	19	21	22	24	26	28
20X23H18	14	16	—	19	—	22	—	—	—	—
20X25H20C2	—	15	—	—	—	22	24	25	27	29
15X12ВНМФ	—	25	25	26	26	27	27	—	—	—
20X12ВНМФ	—	25	25	26	26	27	27	—	—	—
37X12H8Г8МФБ	—	17	18	20	21	23	25	26	27	29
45X14H14B2M	14	16	17	19	20	21	22	24	—	—
40X15H7Г7Ф2МС	—	14	16	18	20	22	24	26	—	—
31X19H9МВБТ	—	15	16	18	20	22	24	25	—	—
06XН28МДТ	13	13	15	17	—	22	24	25	26	—
XН35ВТ	—	13	16	17	19	21	22	24	26	—
XН35ВТЮ	13	16	18	19	21	23	25	26	28	29
XН70Ю	12	13	14	16	17	19	21	23	25	—
XН70ВМЮТ	—	12	13	17	19	29	30	30	—	—
XН70ВМТЮФ	9	11	13	15	17	19	21	23	26	28
XН77ТЮР	13	14	16	17	19	21	24	25	28	31
XН78Т	14	15	17	19	20	21	23	24	25	—
XН80ТБЮ	—	13	16	18	20	22	24	26	29	—
X20H80—H	—	14	16	17	19	—	23	—	—	—
15Л	—	78	67	—	48	41	—	—	—	—
20Л	54	53	51	48	43	39	35	32	27	27

Удельное электросопротивление (ρ , НОм·м)

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
10пс	—	190	263	352	458	584	734	905	1081	1130
15пс	—	233	296	387	487	607	753	904	1092	1140
20пс	—	219	292	381	487	601	758	925	1094	1135
08	—	178	252	341	448	575	725	898	1073	1124
10	—	190	263	352	458	584	734	905	1081	1130
15	—	233	296	387	487	607	753	904	1092	1140
20	—	219	292	381	487	601	758	925	1094	1135
25	169	219	292	381	488	601	758	925	—	—
35	—	251	321	408	511	629	759	922	1112	1156
50	272	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30Х	210	259	330	417	517	636	778	934	1106	1145
40Х	278	324	405	555	717	880	1100	1330	—	—
15ХФ	—	281	345	421	513	606	731	833	—	—
25ХГСА	306	338	415	501	573	660	830	1000	1100	—
30ХГС	210	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30ХГСА	210	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38ХС	284	329	413	563	725	902	1060	1280	—	—
12МХ	—	240	330	410	540	640	740	900	—	—
30ХМ	230	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30ХМА	230	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38ХМА	257	280	310	380	470	580	720	870	1060	—
12Х1МФ	230	278	343	430	532	647	775	926	1087	1130
25Х1МФ	—	312	396	475	574	680	826	—	—	—
25Х2М1Ф	270	360	420	500	590	710	840	970	—	—
20Х3МВФ	—	398	465	544	640	743	859	982	—	—
15Х5М	430	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50ХФА	320	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11Х15	—	390	470	520	—	—	—	—	—	—
12ХН2, 12ХН2А	330	360	430	520	590	670	—	—	1050	1120
20ХН3А	270	300	350	450	550	650	—	—	—	—
30ХН3А	268	317	387	469	567	681	817	981	—	—
20ХН4ФА	360	410	480	560	640	720	—	1020	1120	1180
40ХН2МА	331	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38ХН3МА	292	317	358	425	506	602	742	890	1100	—
38Х2Н2МА	322	398	482	592	740	910	1090	1300	—	—
30ХН2МФА	333	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36Х2Н2МФА	278	335	432	517	613	720	825	940	—	—
38ХН3МФА	300	321	365	437	516	613	750	897	1080	—
45ХН2МФА	300	363	460	557	677	822	993	1160	—	—
У7, У7А	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—
У8, У8А	—	230	305	395	491	625	769	931	1129	1165
У9, У9А	—	253	329	418	525	646	789	943	1155	1198
У10, У10А	420	—	—	—	—	—	—	—	—	—
У12, У12А	—	252	333	430	540	665	802	964	1152	1196
9ХС	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Х12Ф1	640	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Х12М	580	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5ХНМ	—	300	250	200	160	—	—	—	—	—
ХВГ	380	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5ХВ2С	300	—	420	—	—	690	—	—	1080	1150
3Х2В8Ф	—	250	200	170	140	120	—	—	—	—
3Х3М3Ф	314	365	430	515	600	710	835	965	1118	1151
4Х5МФ1С	553	591	649	715	793	879	970	1077	1189	1229

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
4Х5МФС	480	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Р6М5К5	458	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Р9	380	417	505	600	695	790	900	1020	1160	1170
Р18	419	472	544	627	718	815	922	1037	1152	1173
40Х10С2М	—	906	958	1010	1062	1114	1166	1216	—	—
08Х13	506	584	679	769	854	938	1021	1103	—	—
12Х13	506	584	679	769	854	938	1021	1103	—	—
20Х13	588	653	730	800	884	952	1022	1102	—	—
30Х13	522	595	684	769	858	935	1015	1099	—	—
40Х13	—	786	830	890	950	998	1046	1122	—	—
12Х17	560	610	680	770	850	950	1030	1110	1150	1160
08Х17Т	600	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Х25Т	710	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Х28	700	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14Х17Н2	720	780	840	890	990	1040	1110	1130	1160	1170
12Х18Н9	—	743	819	891	951	1001	1048	1098	1140	—
17Х18Н9	720	735	855	925	975	1031	1080	1115	1150	1185
08Х18Н10	800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х18Н9Т	725	792	861	920	976	1028	1075	1117	1149	1176
12Х18Н10Т	725	792	861	920	976	1028	1075	1115	—	—
12Х18Н12Т	725	792	861	920	976	1028	1075	1117	—	—
20Х20Н14С2	946	1000	1051	1095	1130	1100	1194	1218	1242	1242
08Х22Н6Т	740	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х25Н16Г7АР	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Х23Н18	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37Х12Н8Г8МФБ	740	850	900	950	1010	1100	1150	1200	—	—
45Х14Н14В2М	815	875	945	1000	1055	1098	1142	1172	—	—
31Х19Н9МВБТ	—	850	900	980	1020	1080	1100	1150	—	—
06ХН28МДТ	750	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ХН35ВТ	—	1020	1050	1100	1120	1150	1160	1170	—	—
ХН35ВТЮ	992	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ХН70ВМЮТ	1330	1340	1350	1360	1360	1370	1470	1480	—	—
ХН77ТЮР	—	1247	1262	1282	1300	1308	1288	1272	1253	1232
ХН78Т	1090	1099	1108	1117	1127	1153	1135	1126	1123	—
ХН80ТБЮ	—	1170	1180	1190	1200	1220	1230	1240	—	—
Х15Н60—Н	1150	1170	1185	1210	1230	1240	1250	1250	1255	1270
Х20Н80	1175	1180	1190	1200	1215	1220	1200	1195	1195	1200
Х27Ю5Т	1360	1365	1370	1375	1380	1400	1400	1410	1410	1420
20Л	170	220	294	385	490	604	761	932	1101	1139
35Л	172	223	301	394	497	623	771	935	1115	1154
50Л	191	240	321	407	509	631	779	941	1139	1170
35ХГСЛ	311	343	419	504	579	663	824	981	1133	1187
40ХЛ	233	270	335	435	540	665	815	975	1115	1195
35ХМЛ	242	273	337	438	549	674	830	983	1120	1201
32Х06Л	235	269	333	425	527	658	797	952	1109	1158
08ГДНФЛ	223	275	367	487	607	753	870	1065	1125	1150
12ДН2ФЛ	210	268	339	426	545	641	787	939	1109	1158
20ХГСНДМЛ	433	467	531	605	705	835	967	1127	1175	1205
20Х13Л	645	695	775	859	931	985	1055	1115	1125	1160
12Х18Н9ТЛ	750	813	879	943	1006	1031	1082	1123	1152	1184
40Х24Н12СЛ	860	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08Х18Г18Н12Т	710	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38ХА	290	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Коэффициент линейного расширения (α , 10^{-6} $1/^{\circ}\text{C}$)

Сталь марки	Температура испытания, $^{\circ}\text{C}$									
	20— 100	20— 200	20— 300	20— 400	20— 500	20— 600	20— 700	20— 800	20— 900	20— 1000
30Л	12,6	13,9	—	15,0	15,6	—	—	—	—	—
35Л	11,1	12,0	12,9	13,5	13,9	14,5	14,8	11,9	12,5	—
40Л	12,4	12,6	—	14,5	—	14,6	—	—	—	—
45Л	11,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50Л	12,0	12,4	12,8	13,3	13,7	14,1	14,5	12,4	13,3	—
55Л	11,0	11,8	—	13,4	—	14,5	—	—	—	—
35ХГСЛ	11,8	12,3	12,8	13,3	13,8	14,1	14,4	12,6	13,3	—
40ХЛ	12,2	12,7	13,1	13,4	13,8	14,2	14,6	11,8	12,6	—
20ХМЛ	10,9	12,4	12,8	13,1	13,6	13,9	—	—	—	—
35ХМЛ	12,2	12,6	13,4	14,3	14,5	14,6	14,7	12,2	12,7	—
32Х06Л	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,4	14,7	12,0	12,7	—
08ГДНФЛ	10,3	11,3	12,0	13,0	13,6	14,1	14,4	12,5	13,0	—
12ДН2ФЛ	11,5	12,3	12,9	13,1	13,7	14,2	14,1	10,8	12,6	—
20ХГСНДМЛ	11,0	11,8	12,5	12,9	13,3	13,5	13,6	11,0	12,1	—
20Х13Л	10,0	10,8	11,3	11,7	12,1	12,4	12,6	12,8	10,8	—
12Х18Н9ТЛ	16,8	17,0	17,4	17,7	18,1	18,5	18,9	19,1	19,1	—
40Х24Н12СЛ	18,4	—	—	—	—	—	—	—	—	20,6
08Х18Г18Н2Т	12,3	13,1	14,4	14,4	15,3	16,6	16	16,4	17,2	—
15К	—	11,9	12,8	13,2	13,6	13,9	—	—	—	—
20К	—	11,9	12,8	13,2	13,6	13,9	—	—	—	—
22К	11,0	12,6	13,4	13,6	—	—	—	—	—	—
16ГС	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9	14,1	—	—	—	—
09Г2С	11,4	12,2	12,6	13,2	13,8	—	—	—	—	—
20ХГ2Ц	12,3	12,3	12,5	13,1	13,5	13,9	14,2	—	—	—
08кп	12,5	13,4	14,0	14,5	14,9	15,1	15,3	14,7	12,7	13,8
10кп	12,4	13,2	13,9	14,5	14,9	15,1	15,3	12,1	14,8	12,6
15кп	12,4	13,2	13,9	14,4	14,8	15,1	15,3	14,1	13,2	13,3
20кп	12,3	13,1	13,8	14,3	14,8	15,1	15,2	—	—	—
08пс	12,5	13,4	14,0	14,5	14,9	15,1	15,3	—	—	—
10пс	12,4	13,2	13,9	14,5	14,9	15,1	15,3	—	—	—
15пс	12,4	13,2	13,9	14,4	14,8	15,1	15,3	—	—	—
20пс	12,3	13,1	13,8	14,3	14,8	15,1	15,2	—	—	—
25пс	12,2	13,0	13,7	14,3	14,7	15,0	15,2	12,7	12,4	13,4
08	12,5	13,4	14,0	14,5	14,9	15,1	15,3	14,7	12,7	13,8
10	12,4	13,2	13,9	14,5	14,9	15,1	15,3	12,1	14,8	12,6
15	12,4	13,2	13,9	14,4	14,8	15,1	15,3	14,1	13,2	13,3
20	12,3	13,1	13,8	14,3	14,8	15,1	15,2	—	—	—
25	12,2	13,0	13,7	14,3	14,7	15,0	15,2	12,7	12,4	13,4
30	12,1	12,9	13,6	14,2	14,7	15,0	15,2	—	—	—
35	12,0	12,9	13,6	14,2	14,6	15,0	15,2	12,7	13,9	—
40	11,9	12,8	13,5	14,1	14,6	14,9	15,2	12,5	13,5	14,5
45	11,9	12,7	13,4	14,1	14,6	14,9	15,2	—	—	—
50	11,2	12,0	12,8	13,4	13,9	14,2	14,5	13,4	—	—
55	11,0	11,9	12,7	13,4	14,0	14,5	14,8	12,5	13,5	14,4
60	11,0	11,9	—	13,9	14,6	—	—	—	—	—
65	11,0	11,6	12,3	13,2	13,8	14,2	14,6	14,7	13,9	14,8
70	11,5	12,3	13,0	13,8	—	—	—	—	—	—
15Р	12,3	—	13,2	—	—	14,9	—	—	—	—
20Р	12,5	13,4	14,4	15,1	—	15,2	—	—	—	—
30Р	12,6	13,9	14,6	15,0	15,5	15,6	14,8	—	—	—
40Р	11,1	11,7	12,7	—	14,3	—	—	—	—	—

Сталь марки	Температура испытания, °C									
	20— 100	20— 200	20— 300	20— 400	20— 500	20— 600	20— 700	20— 800	20— 900	20— 1000
50Г	11,8	12,5	13,2	13,8	14,3	14,8	15,1	12,3	—	—
10Г2	11,3	—	—	14,7	—	—	—	—	—	—
45Г2	11,3	11,9	12,7	—	14,7	—	—	—	—	—
50Г2	11,3	12,2	12,3	—	—	14,7	—	—	—	—
15Х	10,2	11,5	12,4	13,0	13,5	14,0	—	—	—	—
20Х	10,5	11,6	12,4	13,1	13,6	14,0	—	—	—	—
30Х	12,4	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	14,8	12,0	12,8	13,8
35Х	11,3	12,0	12,9	13,7	14,2	14,6	—	—	—	—
38ХА	12,7	13,1	13,5	13,8	14,2	14,6	—	—	—	—
40Х	11,8	12,2	13,2	13,7	14,1	14,6	14,8	12,0	—	—
45Х	12,8	13,0	13,7	—	—	—	—	—	—	—
50Х	12,8	13,0	13,8	—	—	—	—	—	—	—
15ХФ	11,9	12,4	13,1	13,7	14,2	14,5	14,9	—	—	—
40ХФА	12,1	12,6	13,0	13,3	13,8	14,2	14,6	11,8	—	—
18ХГТ	10,0	11,5	12,3	12,8	13,3	13,6	—	—	—	—
20ХГР	11,7	—	—	14,6	—	—	—	—	—	—
25ХГСА	12,2	13,0	13,6	14,0	14,2	14,4	14,5	12,3	—	—
30ХГТ	10,5	12,0	12,7	13,3	13,8	14,0	—	—	—	—
30ХГС	12,0	12,5	12,9	13,2	13,6	13,9	—	—	—	—
30ХГСА	11,7	12,3	12,9	13,4	13,7	14,0	14,3	12,9	—	—
33ХС	12,0	12,8	13,4	13,7	14,3	14,7	15,0	12,4	—	—
38ХС	12,3	13,1	13,6	13,8	14,2	14,5	14,7	12,5	—	—
40ХС	11,7	12,7	13,4	14,0	14,4	14,8	—	—	—	—
12МХ	11,2	12,5	12,7	12,9	13,2	13,5	13,8	—	—	—
15ХМ	12,2	13,0	13,3	13,7	14,0	14,3	14,5	13,4	11,2	12,5
30ХМ	11,6	12,5	13,2	13,8	14,3	—	—	—	—	—
30ХМА	11,6	12,5	13,2	13,8	14,3	—	—	—	—	—
35ХМ	12,3	12,6	13,3	13,9	14,3	14,6	—	—	—	—
38ХМА	12,4	13,1	13,7	14,2	14,5	14,6	14,7	11,2	—	—
12Х1МФ	12,4	13,0	13,6	14,0	14,4	14,7	14,9	14,8	12,0	—
25Х1МФ	11,3	11,7	12,8	13,9	14,2	14,4	—	—	—	—
25Х2М1Ф	12,5	12,9	13,3	13,7	14,0	14,7	—	—	—	—
38Х2МЮА	11,5	11,8	12,7	13,4	13,9	14,7	14,9	12,3	—	—
20Х3МВФ	10,6	11,5	11,8	12,1	12,6	13,0	—	—	—	—
15Х5М	11,3	11,6	11,9	12,2	12,3	12,5	—	—	—	—
60Г	11,6	11,9	12,9	13,8	—	14,6	—	—	—	—
65Г	11,8	12,6	13,2	13,6	14,1	14,6	14,5	11,8	—	—
60С2	11,8	12,7	13,3	13,7	14,1	14,5	14,4	12,2	—	—
60С2А	11,8	12,7	13,3	13,7	14,1	14,5	14,4	12,2	—	—
70С3А	11,4	12,3	12,8	13,3	13,7	14,1	14,3	12,8	—	—
50ХФА	11,7	12,2	12,9	13,5	14,0	14,4	14,6	13,1	—	—
65С2ВА	11,5	12,5	13,0	13,5	13,8	14,3	14,5	13,5	—	—
А12	11,9	12,5	—	13,6	14,2	—	—	—	—	—
ШХ15	11,9	15,1	15,5	15,6	15,7	—	—	—	—	—
ШХ15СР	—	13,4	13,6	—	—	—	—	—	—	—
40ХН	11,8	12,3	13,4	14,0	—	—	—	—	—	—
45ХН	11,8	12,3	—	13,4	—	14,0	—	—	—	—
50ХН	11,8	—	12,3	13,4	14,0	—	—	—	—	—
12ХН2, 12ХН2А	10,5	11,5	11,9	12,4	12,9	13,6	13,9	11,7	—	—
12ХН3А	11,8	13,0	14,0	14,7	15,3	15,6	—	—	—	—
20ХН3А	11,5	11,7	12,0	12,6	12,8	13,2	13,6	11,2	—	—

Сталь марки	Температура испытания, °C									
	20— 100	20— 200	20— 300	20— 400	20— 500	20— 600	20— 700	20— 800	20— 900	20— 1000
30XH3A	10,8	11,5	12,2	12,8	13,2	13,5	—	—	—	—
12X2H4A	11,0	12,0	13,0	14,7	15,3	15,6	—	—	—	—
20XH4ФА	11,7	12,7	13,7	—	—	15,4	—	—	—	—
40XH2MA	11,6	12,1	12,7	13,2	13,6	13,9	—	—	—	—
38XH3MA	11,8	12,3	12,7	13,1	13,4	13,7	13,9	10,8	—	—
38X2H2MA	11,9	12,5	13,1	13,3	13,8	14,1	14,6	11,8	—	—
18X2H4MA	11,7	12,2	12,7	13,1	13,5	13,9	—	—	—	—
34XH3M	10,8	11,6	12,5	13,3	13,5	13,7	—	—	—	—
18X2H4BA	11,7	12,2	12,7	13,1	13,5	13,9	—	—	—	—
30XH2MФА	11,1	11,7	12,3	12,9	13,3	13,7	—	—	—	—
36X2H2MФА	12,5	12,8	13,3	13,5	14,0	14,3	14,5	11,0	—	—
38XH3MФА	12,0	12,5	12,9	13,3	13,6	13,8	13,8	10,7	—	—
45XH2MФА	11,0	11,6	12,1	12,7	13,3	13,7	13,9	11,9	—	—
У8, У8А	11,4	12,2	13,0	13,7	14,3	14,8	15,2	14,5	15,2	15,7
У9, У9А	11,3	12,1	12,9	13,6	14,2	14,7	15,2	14,0	—	—
У10, У10А	11,5	11,9	12,5	13,0	13,4	13,9	14,3	13,9	15,4	13,3
У12, У12А	10,5	11,8	12,6	13,4	14,1	14,8	15,3	15,0	16,3	16,8
X12M	10,9	—	—	11,4	—	12,2	—	—	—	—
5XHM	—	12,6	—	—	—	14,2	—	—	—	—
XBG	11,0	12,0	13,0	13,5	14,0	14,5	—	—	—	—
40X9C2	11,1	12,7	—	14,3	—	14,2	—	14,0	—	—
40X10C2M	10,0	11,0	11,0	11,0	—	—	—	11,0	—	—
08X13	10,5	11,1	11,4	11,8	12,1	12,3	12,5	12,8	—	—
12X13	10,2	11,2	11,4	11,8	12,2	12,4	12,7	13,0	10,8	11,7
20X13	10,2	11,2	11,5	11,9	12,2	12,8	12,8	13,0	—	—
30X13	10,2	10,9	11,1	11,7	12,0	12,3	12,5	12,6	10,6	12,2
40X13	10,7	11,5	11,9	12,2	12,5	12,8	13,0	13,2	—	—
10X14AG15	13,9	—	—	19,4	—	21,8	—	22,5	—	—
12X17	10,4	10,5	10,8	11,2	11,4	11,6	11,9	12,1	—	—
08X17T	10,0	10,0	10,5	10,5	11,0	—	—	—	—	—
95X18	11,8	12,3	12,7	13,1	13,4	—	—	—	—	—
15X25T	10,1	10,7	11,0	11,2	11,3	—	—	—	—	—
15X28	10,0	10,5	10,5	11,0	11,0	—	—	—	—	—
25X13H2	11,6	12,0	12,4	12,8	—	—	—	—	—	—
10X14Г14H4T	16,0	16,7	17,5	18,4	19,0	19,5	20,1	20,6	21,0	—
14X17H2	9,8	10,6	11,8	11,0	11,1	11,3	11,0	10,7	11,4	11,5
12X18H9	16,5	17,2	17,7	18,1	18,3	18,6	18,9	19,3	19,7	20,2
17X18H9	16,0	17,0	17,5	17,9	18,5	18,6	18,9	19,1	19,3	19,5
08X18H10	16,0	17,0	17,0	18,0	18,0	—	—	—	—	—
12X18H9T	16,6	17,0	17,6	18,0	18,3	18,6	18,9	19,3	19,5	20,1
12X18H10T	16,6	17,0	17,2	17,5	17,9	18,2	18,6	18,9	19,3	—
08X18H10T	16,1	—	17,4	—	18,2	—	19,1	—	—	—
12X18H12T	16,6	17,0	17,2	17,5	17,9	18,2	18,6	18,9	19,3	—
20X20H14C2	16,0	—	—	—	—	18,1	18,3	18,5	18,8	19,0
08X22H6T	9,6	13,8	16,0	16,0	16,4	16,2	16,5	16,7	17,1	—
20X23H13	14,9	15,7	16,6	17,1	17,5	17,8	18,2	—	—	—
12X25H16Г7AP	16,6	16,2	16,8	17,4	18,0	18,3	18,5	18,7	18,9	—
20X23H18	14,9	15,7	16,6	17,3	17,5	17,9	17,9	—	—	—
20X25H20C2	16,1	—	—	—	—	17,8	17,8	18,1	18,5	18,8
15X12BHMΦ	10,5	10,8	11,1	11,4	11,6	11,8	11,9	12,0	10,7	11,6

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20— 100	20— 200	20— 300	20— 400	20— 500	20— 600	20— 700	20— 800	20— 900	20— 1000
20Х12ВНМФ	10,6	10,9	11,2	11,4	11,7	11,9	12,0	12,1	10,7	11,7
37Х12Н8Г8МФБ	15,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45Х14Н14В2М	—	17,0	—	18,0	—	18,0	—	19,0	—	—
40Х15Н7Г7Ф2МС	17,0	17,7	18,4	19,1	20,5	20,8	—	—	—	—
10Х17Н13М2Т	15,7	16,1	16,7	17,2	17,6	17,9	18,2	—	—	—
31Х19Н9МВБТ	16,6	16,9	17,2	17,5	17,8	18,2	18,5	18,9	19,3	19,7
06ХН28МДТ	10,9	12,9	13,6	14,4	14,9	15,3	16,8	16,3	16,8	—
ХН35ВТ	14,8	15,1	15,5	15,9	16,1	16,6	16,9	—	—	—
ХН35ВТЮ	12,7	14,1	15,0	15,4	15,8	16,0	16,6	16,8	18,4	—
ХН70ВМЮТ	12,2	12,6	13,2	13,6	14,1	14,5	15,1	15,8	16,5	—
ХН70ВМТЮФ	10,3	11,8	12,5	13,0	13,5	13,7	14,0	14,5	15,0	—
ХН77ТЮР	11,9	12,7	13,0	13,5	13,7	14,0	14,5	15,1	15,8	—
ХН78Т	11,8	12,8	12,8	14,4	14,8	15,8	16,1	16,5	—	—
ХН80ТБЮ	13,3	13,5	13,8	14,2	14,5	14,9	15,5	16,2	16,7	17,2
Х27Ю5Т	15,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Л	11,9	12,5	—	13,6	14,2	—	—	—	—	—
20Л	12,2	12,7	13,1	13,5	13,9	14,4	14,9	12,6	12,4	—
25Л	11,5	12,9	13,0	13,2	13,5	—	—	—	—	—

Удельная теплоемкость (С, Дж/(кг·°С))

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20— 100	20— 200	20— 300	20— 400	20— 500	20— 600	20— 700	20— 800	20— 900	20— 1000
08кп	482	498	514	533	555	584	626	695	703	695
10кп	466	479	—	512	—	567	—	—	—	—
15кп	465	486	515	532	565	586	620	691	708	—
20кп	486	498	514	533	555	584	636	703	703	695
08пс	482	498	514	533	555	584	626	695	703	695
15пс	465	486	515	532	565	586	620	691	708	—
20пс	486	498	514	533	555	584	636	703	703	695
25пс	470	483	—	521	571	—	—	—	—	—
08	482	498	514	533	555	584	626	695	703	695
10	466	479	—	512	—	567	—	—	—	—
15	465	486	515	532	565	586	620	691	708	—
20	486	498	514	533	555	584	636	703	703	695
25	470	483	—	521	571	—	—	—	—	—
30	470	483	546	563	764	—	—	—	—	—
35	469	490	511	532	553	578	611	708	699	—
40	486	497	512	529	550	574	628	674	657	653
45	473	494	515	536	583	578	611	720	708	—
50	487	500	517	533	559	584	—	—	—	—
55	479	487	—	525	571	—	—	—	—	—
60	483	487	—	529	—	567	—	—	—	—
65	483	—	—	525	—	—	—	—	—	—
70	483	487	—	521	—	567	—	—	—	—
15Г	—	496	—	538	—	592	—	—	—	—
20Г	—	525	—	554	—	689	—	—	—	—

Сталь марки	Температура испытания, °C									
	20— 100	20— 200	20— 300	20— 400	20— 500	20— 600	20— 700	20— 800	20— 900	20— 1000
30Г	470	483	546	601	764	—	—	—	—	—
40Г	487	483	—	491	—	575	—	—	—	—
50Г	487	500	517	533	559	584	609	676	—	—
45Г2	—	445	428	—	—	—	—	—	—	—
15Х	496	508	525	538	567	588	626	706	—	—
20Х	496	508	525	537	567	588	626	706	—	—
30Х	482	496	513	532	555	583	620	703	687	678
40Х	466	508	529	563	592	622	634	664	—	—
40ХФА	466	508	529	563	592	621	634	664	—	—
18ХГТ	495	508	525	537	567	588	626	705	—	—
25ХГСА	496	504	512	533	554	584	622	693	—	—
30ХГТ	495	508	525	537	567	588	626	705	—	—
30ХГС	493	504	512	533	554	584	622	693	—	—
30ХГСА	496	504	512	533	554	584	622	693	—	—
33ХС	466	508	529	563	592	622	634	664	—	—
38ХС	466	508	529	563	592	621	634	663	—	—
12МХ	473	519	565	594	653	733	888	1365	—	—
15ХМ	487	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30ХМ	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30ХМА	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35ХМ	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38ХМА	496	508	525	538	567	600	672	697	—	—
25Х1МФ	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25Х2М1Ф	538	575	609	634	676	735	—	—	—	—
38Х2МЮА	496	517	533	546	575	609	638	676	—	—
20Х3МВФ	502	560	610	650	710	750	—	—	—	—
15Х5М	483	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60Г	483	487	—	529	—	575	—	—	—	—
65Г	490	510	525	560	575	590	625	705	—	—
60С2	510	510	520	535	565	585	620	700	—	—
60С2А	510	510	520	535	565	585	620	700	—	—
70С3А	480	510	520	535	565	585	620	700	—	—
50ХФА	490	505	510	530	560	580	620	700	—	—
65С2ВА	475	500	510	530	555	580	615	690	—	—
А12	470	—	479	517	—	571	—	—	—	—
50ХН	500	510	560	630	700	800	910	650	610	700
12ХН2, 12ХН2А	494	507	523	536	565	586	624	703	—	—
12ХН3А	—	—	—	528	540	565	—	—	—	—
20ХН3А	494	507	523	536	565	586	624	703	—	—
30ХН3А	494	504	518	536	558	587	657	703	695	687
40ХН2МА	490	506	522	536	565	—	—	—	—	—
38ХН3МА	496	508	525	538	567	601	672	697	—	—
38ХН2МА	490	502	523	532	565	590	615	670	—	—
30ХН2МФА	466	508	529	567	588	—	—	—	—	—
36ХН2МФА	496	508	525	538	567	601	672	697	—	—
38ХН3МФА	496	508	525	538	567	601	672	697	—	—
45ХН2МФА	480	500	520	540	555	—	—	—	—	—
9Х2МФ	440	460	500	570	680	800	940	1100	500	500
75ХМ	490	500	530	570	640	750	900	700	760	810
У7, У7А	—	—	580	664	819	970	710	706	685	—
У8, У8А	477	511	528	548	565	594	624	724	724	703

Продолжение табл.

Сталь марки	Температура испытания, °С									
	20— 100	20— 200	20— 300	20— 400	20— 500	20— 600	20— 700	20— 800	20— 900	20— 1000
У12, У12А	469	503	519	536	553	720	611	712	703	699
90ХФ	460	500	560	620	670	730	1320	720	640	650
5ХВ2С	462	—	462	—	—	655	—	—	832	752
40Х10С2М	—	—	—	532	561	586	—	—	—	—
08Х13	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х13	473	487	506	527	554	586	636	657	666	—
20Х13	112	117	123	127	132	137	147	155	159	—
30Х13	473	486	504	525	532	586	641	679	691	682
40Х13	452	477	502	528	553	578	620	666	691	—
12Х17	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08Х17Т	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95Х18	483	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Х25Т	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14Х17Н2	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х18Н9	504	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17Х18Н9	504	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08Х18Н10	504	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12Х18Н9Т	469	486	498	511	519	528	532	544	548	—
12Х18Н10Т	462	496	517	538	550	563	575	596	—	—
20Х23Н13	538	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20Х23Н18	538	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45Х14Н14В2М	—	—	507	511	523	528	—	—	—	—
08Х18Г8Н2Т	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15Л	470	479	—	517	—	571	—	—	—	—
20Л	487	500	517	533	559	588	638	706	706	—
25Л	470	483	—	525	—	571	—	—	—	—
30Л	470	483	—	525	—	571	—	—	—	—
35Л	470	491	512	533	554	580	613	710	701	—
40Л	470	483	—	525	—	571	—	—	—	—
45Л	470	483	—	525	—	571	—	—	—	—
50Л	479	500	517	542	559	584	617	727	710	—
55Л	479	487	—	525	—	571	—	—	—	—
35ХГСЛ	496	504	512	533	554	584	622	693	689	—
40ХЛ	491	508	525	538	567	588	626	701	689	—
35ХМЛ	479	500	512	529	550	580	617	689	685	—
32Х06Л	491	508	521	533	567	584	622	701	684	—
08ГДНФЛ	483	500	517	529	554	571	613	697	693	—
12ДН2ФЛ	487	504	517	529	559	575	617	689	685	—
20ХГСНДМЛ	491	500	521	533	554	584	622	689	685	—
20Х13Л	470	491	512	533	563	596	643	680	693	—
12Х18Н9ТЛ	512	533	533	542	554	571	580	588	596	—

Удельная теплоемкость (С, Дж/(кг·°С))

[illegible]

1. Ассанов А. Д. Металлы и сплавы в автостроении. М.: Машиностроение, 1954. 263 с.
2. Автомобильные конструкционные стали: Справочник/Под ред. А. П. Гуляева и И. С. Козловского. М.: Машгиз, 1951. 32 с.
3. Алексеенко М. Ф. Структура и свойства теплостойких конструкционных и нержавеющих сталей. М.: Оборонгиз, 1962. 216 с.
4. Андреева В. В., Бернштейн М. Л., Займовский В. А. и др. Термомеханическая обработка сортового проката конструкционных сталей. Сталь, 1975, № 8. С. 740—743.
5. Александров А. Г. О природе жаростойкости хромомарганцовистой стали// Литейное производство. 1967. № 6. С. 20—22.
6. Борздыка А. М., Цейглин В. З. Термическая обработка жаропрочных сталей и сплавов М.: Машиностроение, 1964. 247 с.
7. Бух А. Корреляционная связь между пределом усталости, пределом прочности и другими механическими характеристиками сталей и сплавов// МиТОМ. 1962. № 10. С. 28—37.
8. Бородулин Г. М., Мошкевич Е. И. Нержавеющая сталь. М.: Metallurgia, 1973. 319 с.
9. Браун М. П., Винокур Б. В., Мировский Э. Н. и др. Влияние условий горячей обработки на свойства крупных изделий// Кузнечно-штамповочное производство. 1960. № 4. С. 8—12.
10. Браун М. П. и др. Механические свойства, теплоустойчивость и теплообработка: Тематический обзор. Киев: Институт технической информации, 1962.
11. Борздыка А. М., Балакина И. А. Механические свойства жаропрочных сталей, М.: 1962. 10 с. (Московский институт стали; Сб. 27).
12. Бадаева А. А. Свойства и термическая обработка стали Х6ВФ (ЭИ808): Сб. тр./Под ред. Е. И. Малинкиной. М., 1960.
13. Большаков В. И., Пилипченко Ю. И., Спичаков В. И. Влияние упрочняющей термической обработки на конструктивную прочность низколегированных сталей// МиТОМ. 1980. № 1. С. 36—39.
14. Башнин Ю. А., Лисицкая Л. А., Куликов Е. С. Влияние режима термообработки на прочность и пластичность пружинной стали 85. — МиТОМ. 1982. № 2. С. 28—30.
15. Браун М. П. Высоколегированные ферритные и аустенитные стали. Киев: Машгиз: Укр. отделение, 1954. 124 с.
16. Беликова Э. И., Путимцева О. И. Высокопрочные дисперсионно-твердеющие маломангнитные железохромоникелевые сплавы// Научн. тр./ЦНИИЧермет. М., 1963. Вып. 35. Специальные стали и сплавы. С. 11—23.
17. Браун М. П. Свойства конструкционных сталей в крупных сечениях. Киев: М.: Машгиз: Укр. отделение, 1954. 68 с.
18. Бирюкова В. Н. Изотермическая закалка инструментальных сталей// МиТОМ. 1965. № 9. С. 53—57.
19. Большаков В. И. Термическая обработка стронительной стали повышенной прочности. М.: Metallurgia, 1977.

20. Выбор и опробование высокопрочных сталей для валков широкополосного стана (УБС). УЗТМ. Свердловск, 1974.

21. Выбор и опробование литых сталей с более высокой прочностью, хладостойкостью, износостойкостью в нормализованном состоянии вместо стали 35Л. ПО «Уралмаш». Свердловск, 1976.

22. Волохвянская Э. С., Иньшакова Н. Н., Шапов Н. П. Исследование строительных сталей с повышенным содержанием мышьяка// Научн. тр./ЦНИИМПС, М., 1956. Вып. 116. Исследование низколегированных и малоуглеродистых строительных сталей. С. 16—46.

23. Воронина В. А., Маслов А. А., Вишнякова Е. Н. и др. Литые прокатные валки из низколегированной заэвтектоидной стали// Литейное производство. 1981. № 3. С. 31—32.

24. Ващенко К. И., Ростовцев Л. И., Аленкевич А. В. Безникелевые стали для отливок колосников холодильника цементных печей// Литейное производство. 1973. № 6. С. 22—23.

25. Викулин А. В., Солнцев Ю. П., Коджаспиров Г. Е. и др. Трещиностойкость сталей низкой и средней прочности// МитОМ. 1983. № 8. С. 5—8.

26. Вязников Н. Ф., Ермаков С. С., Солдатова Н. Н. Цементация хромистой нержавеющей стали// МитОМ. 1960. № 3. С. 11—13.

27. Гуляев А. П. и др. Инструментальные стали: Справочник/Гуляев А. П., Малинина К. А., Саверина С. М. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1975. 272 с.

28. Гудков С. И. Механические свойства стали при низких температурах: Справочник. М.: Металлургия, 1967. 267 с.

29. Геллер Ю. А. Инструментальные стали. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Металлургия, 1975. 584 с.

30. Громова А. И. и др. Коррозионная стойкость реакторных материалов. Справочник/Под ред. В. В. Герасимова. М.: Атомиздат, 1966. 606 с.

31. Гуляев А. П. Механические свойства инструментальных сталей, М.: 1958.

32. Геден М. В. и др. Термическая обработка валков холодной прокатки. М.: Металлургия, 1973. 344 с.

33. Гладштейн Л. И., Литвиненко Д. А. Высокопрочная строительная сталь. М.: Металлургия, 1972. 240 с.

34. Гуляев А. П. и др. Высокопрочные арматурные стали/А. П. Гуляев, А. С. Астафьев, М. А. Волков и др. М.: Металлургия, 1966. 139 с.

35. Гуророва В. Л., Бабенко Л. Д., Коваленко В. С. Свойства толстолистовой кислородно-конвертерной стали 16ГС и 15К// Сталь. 1970. № 9. С. 838—840.

36. Гринь А. В., Гольдштейн М. И., Лучинская Э. П. и др. Высокопрочные стали с ванадием для строительных конструкций// Научн. тр./Уральск. НИИ черных металлов. 1966. Т. 5. Проблемы ванадия в черной металлургии. С. 214—220.

37. Гуляев А. П., Мещеринова О. Н., Трифонова Т. Н. Влияние бора на свойства легированных конструкционных сталей// Научн. тр./ЦНИИчермет. М., 1962. Вып. 27. Специальные стали и сплавы. Сборник статей. С. 29—46.

38. Гуляев Б. Б., Шапранов И. А., Шпейзман В. М. и др. Свойства литой легированной конструкционной стали// Литейное производство. 1957. № 2. С. 11—17.

39. Горин Д. И., Таратута А. И. Новые методы повышения механической прочности сталей. Минск, 1966. 38 с.

40. Гольдштейн Я. Е., Муштакова Т. Л., Комиссарова Т. А. Влияние селена на структуру и свойства конструкционной стали// МитОМ. 1979. № 10. С. 2—7.

41. Гуляев А. П., Жадан Т. А. Новые низколегированные нержавеющие стали. М.: Машиностроение, 1972. 104 с.

42. Гаджибалаев Г. А., Гуляев А. П., Лебедев Д. В. Вязкость хромоникелевых и хромомолибденовых аустенитных сталей при низких температурах// МитОМ. 1973. № 9. С. 8—11.

43. Дятлова В. Н. Коррозионная стойкость металлов и сплавов. Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1964. 351 с.
44. Давыдова Л. Н., Пшеченкова Г. В. Конструкционные стали. Справочник/Под ред. Н. Т. Гудцова. М.: Металлургиздат, 1947. Т. 1. 482 с.
45. Дьяконова В. С., Сахаров А. А., Мальченко Т. В. и др. Технология производства и свойства стали 17ГС для сварных газонефтепроводных труб// Сталь, 1965. № 8. С. 740—745.
46. Диаграммы распада переохлажденного аустенита в стали 20ХГНР. Приложение// МиТОМ. 1964. № 12. С. 31—38.
47. Дьяконова В. С., Коновалова Н. А., Липухин Ю. В. и др. Опыт производства горячекатаной травленной нестареющей стали для глубокой вытяжки// Сталь. 1975. № 2. С. 159—162.
48. Довгопол В. И., Филиппенков А. А., Котовицкий А. А. и др. Ванадий-содержащие стали для отливок// Литейное производство. 1976. № 7. С. 1—2.
49. Дьяков В. Г. и др. Легированные стали для нефтехимического оборудования/В. Г. Дьяков, Ю. С. Медведев, З. А. Абрамов и др. М.: Машиностроение: 1971. 183 с.
50. Журавлев В. Н., Николаева О. И. Машиностроительные стали: Справочник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1981. 391 с.
51. Журавлев В. Н., Николаева О. И. Машиностроительные стали: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1968. 332 с.
52. Зарапин Ю. Л. Стали и сплавы в металлургическом машиностроении: Справочник/Ю. Л. Зарапин, В. Д. Попов, Н. Д. Чиченев, М.: Металлургия, 1980. 144 с.
53. Задорожная Л. К., Добрускина Ш. Р., Курманов М. И. Свойства стали, упрочненной легированием или термической обработкой// МиТОМ. 1972. № 5. С. 47—50.
54. Засвицкий Н. А., Бирюкова В. Н., Гольдман Л. Д. и др. Свойства стали 6ХВ2С после обычной и изотермической закалок//МиТОМ. 1975. № 2. С. 69—71.
55. Замена никельсодержащих сталей безникелевыми и с пониженным содержанием никеля: Свердловск, 1959.
56. Исследование теплофизических свойств 20 марок стали: УПИ — Свердловск, 1978. 52 с.
57. Исследование основных характеристик сталей, выплавляемых Уралмаш-заводом. УЗТМ. Свердловск, 1958.
58. Изыскание и разработка оптимального режима отжига валков горячей прокатки. ЭЗТМ. Электросталь, 1968.
59. Исследование некоторых параметров стали марки 60ХН применительно к валкам горячей прокатки: ЭЗТМ. — Электросталь.
60. Исследование и освоение рациональной технологии изготовления рабочих валков холодной прокатки по всему циклу производства с целью улучшения их качества и повышения эксплуатационных свойств. М.: ЦНИИТмаш. 1969.
61. Исследование влияния условий перекристаллизации на длительность режимов термообработки крупных поковок из легированных конструкционных сталей. Краматорск: НИИПТмаш, 1978. 136 с.
62. Иншаков Н. Н., Шапов Н. П. Строительная низколегированная сталь НЛ-2// Научн. тр./ЦНИИМПС. М., 1956. Вып. 116. Исследование низколегированных и малоуглеродистых строительных сталей. С. 165—187.
63. Исследование причин повреждения рабочего слоя валков листовых станков и разработка мероприятий по повышению качества валков. Свердловск: НИИТяжмаш, 1980.
64. Иванов Б. В., Анидалов М. П. Ванадиевая сталь для деталей ходовой системы трактора// Литейное производство. 1973. № 6. С. 40—41.
65. Исследование влияния ванадия на литейные и механические свойства стали марок 35ХМЛ, 35ХНЛ с целью повышения качества заготовок. Свердловск: ЦНИИТтяжмаш, 1979. 66 с.
66. Исследование влияния ванадия на структуру сталей и разработка технологии термической обработки сталей 35ХМЛ, 35ХНЛ. Свердловск: ЦНИИТтяжмаш, 1979. 43 с.

67. Ильинский В. А. Дендритная ликвация элементов и структура перекристаллизации нормализованной стали 45ФЛ// Металлы. 1984. № 6. С. 122—126.
68. Йех Я. Термическая обработка стали: Справочник. Перевод с чешского/Под ред. Ю. Г. Андреева и В. Б. Фридман. 3-е изд., исправ. и доп. М.: Металлургия, 1979. 264 с.
69. Качанов Н. Н. Прокаливаемость стали. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1978. 192 с.
70. Колесник Б. П., Талалай Г. П. Термическая обработка труб нефтяного сортамента из высокохромистой стали// МиТОМ. 1968. № 8. С. 53—55.
71. Кошелев П. Ф., Беяев С. Е. Прочность и пластичность конструкционных материалов при низких температурах: Справочное пособие. М.: Машиностроение, 1967. 364 с.
72. Критический диаметр некоторых конструкционных сталей// МиТОМ. 1963. № 12. 44 с.
73. Косарев В. А., Филиппенков А. А., Шагалов В. Л. и др. Факторы устойчивости прочности литых тележек грузовых вагонов// Литейное производство. 1976. № 9. С. 33—34.
74. Кубачек В. В., Склоев П. В. Влияние перегрева на бейнитную прокаливаемость стали//МиТОМ. 1978. № 2.
75. Качалкин Г. С., Недосугов Ю. Д., Качалкин В. Г. Литые жаропрочные стали с пониженным содержанием никеля// МиТОМ. 1972. № 6. С. 57—58.
76. Касинская Л. Л., Журавлева Л. В., Жадан Г. А. и др. Сталь 08Х18Г8Н2Т для котлов цистерн, транспортирующих азотную кислоту// МиТОМ. 1976. № 10. С. 30—33.
77. Либерман П. Я., Пейсихис М. И. Справочник по свойствам сталей, применяемых в котлотурбостроении/Под ред. А. А. Канаева. — 2-е изд., расширен. М.; Л.: Машиностроение, 1958. 408 с.
78. Лейкин И. М., Чернашкин В. Г. Низколегированные строительные стали. М.: Металлургиздат, 1952. 395 с.
79. Лейкин И. М. и др. Производство и свойства низколегированных сталей/Лейкин И. М., Литвищенко Д. А., Рудченко А. В. М.: Металлургия, 1972. 256 с.
80. Литая сталь для подвижного состава: Сб. ст. — М.: Гранжелдориздат, 1957. 128 с. (Труды всесоюзного научн.-исследов. ин-та жел.-дор. транспорта. Вып. 130).
81. Марочник стали и сплавов/Под ред. И. Р. Крявина и др. 3-е изд., исправ. и доп. М.: ЦНИИТмаш, 1977.
82. Марочник стали для машиностроения/ЦНИИТмаш и др. 2-е изд. М.: НИИИнформации по машиностроению, 1968. 598 с.
83. Марочник сталей, выплавляемых Уралмашзаводом/НИИтяжмаш УЗТМ. Свердловск: УЗТМ, 1975. 125 с.
84. Материалы в машиностроении, т. 2. Конструкционная сталь: Справочник/Под ред. И. В. Кудрявцева, Е. П. Могилевского. М.: Машиностроение, 1967. 496 с.
85. Материалы в машиностроении, т. 3. Специальные стали и сплавы: Справочник/Под ред. И. В. Кудрявцева, Ф. Ф. Химушина. М.: Машиностроение, 1968. 446 с.
86. Михайлов—Михеев П. Б.: Справочник по металлическим материалам турбино- и моторостроения. М.—Л.: Машиностроение, Ленинград. отделение, 1961. 838 с.
87. Марочник сталей, применяемых в станкостроении. 2-е изд., исправ. и доп. М.: ЦБТИ, 1958. 151 с.
88. Марочник сталей М.: ЦБТИ, 1961. 303 с.
89. Металловедение и термическая обработка стали: Справочник/Под ред. М. Л. Бернштейна и А. Г. Рахштадта. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Металлургиздат, 1962. Т. 2. С. 255—1656.
90. Манакин А. М. и др. Крупные стальные отливки/А. М. Манакин, В. А. Денисов, И. Н. Яковлев и др. М.: Машиностроение, 1969. 215 с.
91. Масино М. А. и др. Автомобильные материалы: Справочник инженера—механика/Масино М. А., Алексеев В. Н., Мотовилин Г. В. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1979. 288 с.

92. Марочник черных металлов, применяемых на заводе Кузманзавод. 1964. 24 с.

93. Масло Л. Н., Конышев В. Н. Термическая обработка калиброванного проката конструкционных сталей и легированной пружинной проволоки после ВТМО// Термическая обработка проката. М.: Металлургия, 1983. С. 75—76.

94. Масленков С. Б. Жаропрочные стали и сплавы. Справочник. М.: Металлургия, 1983. 191 с.

95. Марочник сталей и сортамент деталей/Бежичский сталелитейный завод. Брянск. 33 с.

96. Мамонтова Т. А., Никулин Б. А., Плотников Г. Н. и др. Изготовление отливок из стали 14Х2ГМРЛ// Литейное производство. 1984. № 11. С. 10—11.

97. Морозов П. Ф., Кац А. А., Сигова В. И. Применение стали 45ХНМФА для изготовления торсионных валов// Металлургия. 1968, № 8. С. 43—45.

98. Малинкина Е. И. и др. Влияние прокаливаемости на выбор среды охлаждения при закалке инструментальной стали// Сборник работ/ВНИИ. М., 1959. 72 с.

99. Монина В. Я. Изыскание стали и разработка режимов термической обработки опорных валков горячей прокатки. Автореферат диссертации, представленной на соискание ученой степени канд. техн. наук. М. 1977.

100. Нормативы времени и режимы резания на токарные работы. Серийное производство: Альбом/УЗТМ. Свердловск. 1973.

101. Нормативы времени и режимы резания на сверлильные работы. Серийное производство: Альбом/УЗТМ. Свердловск, 1977.

102. Немзер Г. Г., Аронов М. А. Исследование теплофизических свойств сталей// Кузнечно-штамповочное производство, 1980. № 3. С. 26—30.

103. Никольский Л. А., Золотаревский И. М. Исследование окалиностойкости (жаростойкости) штамповых сталей// Кузнечно-штамповочное производство. 1976. № 9. С. 9—11.

104. ОМТМ 0050—001—65. Марочник стали для машиностроения/ЦНИИГмаш и др. М., 1965. 593 м.

105. Попов А. А., Попова Л. Е. Изотермические и термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита: Справочник термиста. 2-е изд., исправ. и доп. М.: Металлургия, 1965. 495 с.

106. Приданцев М. В., Бабанов А. А. Коррозионно-стойкие стали и сплавы. М.: Металлургия, 1971. 319 с.

107. Полухин В. П. и др. Надежность и долговечность валков холодной прокатки/Полухин В. П., Николаев В. А., Тылкин М. А. и др. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1976. 448 с.

108. Приданцев М. В., Давыдов Л. Н., Тамарина И. А. Конструкционные стали: Справочник. М.: Металлургия, 1980. 288 с.

109. Позняк Л. А. и др. Штамповые стали/Позняк Л. А., Скрынченко Ю. М., Тишаев С. И. М.: Металлургия, 1980. 244 с.

110. Побежимов П. И. Литейные свойства сталей, применяемых в тяжелом машиностроении// Литейное производство. 1969. С. 6—8.

111. Побежимов П. И., Авилов И. И., Кудрявцев Г. С. Применение стали 14Х2ГМР для отливок// Литейное производство. 1969, № 8. С. 9—11.

112. Позняк Л. А. Инструментальные стали: Справочник. М.: Металлургия, 1977.

113. Поздняков Л. Г., Ганзуля А. Н. Превращение аустенита в сталях 17Г2СФ и 17ГС при непрерывном охлаждении// Металлургия. 1974. № 3. С. 73—75.

114. Конструкционные стали (Справочные данные). Сталь 18ХГТ// Металлургия. 1970. № 2. С. 39—43.

115. Конструкционные стали (Справочные данные). Сталь 34ХН1М// Металлургия. 1978. № 5. С. 13—15.

116. Погодин—Алексеев Г. И., Геллер Ю. А., Рахштадт А. Г. Металловедение (Методы анализа, лабораторные работы и задачи). 2-е изд., перераб. М.: Оборонгиз, 1956. 427 с.

117. Прокопенко А. В. Влияние низких температур на циклическую прочность конструкционных сталей// Проблемы прочности. 1978. № 1. С. 56—59.

118. Подопригора С. С. Справочник термиста. Л.—М.: ОНТИ, 1936. 394 с.
119. Подопригора С. С. Среднемарганцовая конструкционная сталь. Л. и др.: ОНТИ, 1934. 130 с.
120. Пустыльник Л. И. Термическая обработка штампов из стали Х12// *МитОМ*. 1973. № 11. С. 26—30.
121. Конструкционные стали (Справочные данные). Сталь 38Х2Н2МА// *МитОМ*. 1983, № 10. 34 с.
122. Плотников Г. Н., Гервасьев М. А. и др. Высокопрочная хладостойкая сталь для крупных отливок// *Литейное производство*. 1985. № 3. С. 12—13.
123. Конструкционные стали (Справочные данные). Сталь 12ХН3А// *МитОМ*. 1981, № 2. С. 31—33.
124. Производство крупных машин. Сборник УЗТМ. М.: Машиностроение, 1974.
125. РТМ 3—137—71. Сталь конструкционная: Справочное руководство для конструкторов и технологов, 1973, 268 с.
126. РТМ 3—588—74. Металлы и сплавы: Справочные данные о физико-механических свойствах при различных температурах и условиях нагружения/Грус А. А., Ермолаев Б. И. 1975. 85 с.
127. РС—679—66. Сталь конструкционная и коррозионно-стойкая, применяемая в судовом машиностроении в виде поковок, сортового проката и литья. М.: Судостроение, 1967. 104 с.
128. Рахштадт А. Г. Пружинные стали и сплавы. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Металлургия, 1971. 496 с.
129. Рахштадт А. Г. Пружинные стали и сплавы. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1982. 400 с.
130. РТМ 3—931—76. Сталь конструкционная: Справочные данные, часть I. 1977. 491 с.
131. РТМ 3—9—70. Литые конструкционные стали. Физико-механические и технологические свойства. 1970. 148 с.
132. Раузин Я. Р. Термическая обработка хромистой стали (для подшипников и инструмента). 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машгиз, 1963. 384 с.
133. РТМ 37.002.0243—77. Экономнолегированные штамповые стали для формообразующих деталей пресс-форм литья под давлением цветных сплавов/ЗПКТИ. Запорожье: ОНТЭИ, 1978. 66 с.
134. Разработка технологии и изготовление опытной партии крупных валков (с диаметром бочки более 1200 мм) из вакуумированных слитков/НИИ-тяжмаш УЗТМ. Свердловск, 1974. 84 с.
135. Свойства сталей и сплавов, применяемых в котлотурбостроении, Л. ЦКТИ; 1966. ч. I. 220 с.
136. РТМ 2МТ 11—1—81. Стали для станков и машин. 1982. 253 с.
137. Разработка и внедрение экономнолегированной стали для крупных поковок: ЦНИИМ.
138. Справочник по авиационным материалам. Т. 1. Конструкционные стали, чугуны и припои/Отв. ред. А. Т. Туманов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1965. 515 с.
139. Стали с пониженным содержанием никеля: Справочник/Под ред. М. В. Приданцева и Г. Л. Лившица. М.: Металлургиздат, 1961. 200 с.
140. Справочник по машиностроительным материалам. Т. I. Сталь/Под ред. Г. И. Погодина—Алексеева, Ю. А. Геллера. М.: Машиностроение, 1959. 907 с.
141. Совершенствование производства прокатных валков. Реферативная информация. 11—74—2. М.: НИИинформтяжмаш. 1974. 44 с.
142. СТП 5—11. Конструкционные материалы/ЭЗТМ. Электросталь: ЭЗТМ, 1979. 35 с.
143. Сопротивляемость кавитации особенностей структуры и механических свойств металлов// Научн. тр./ЦНИИТмаш. М., 1972. Вып. 101. Исследование металлов для гидротурбин/ Научн. ред. И. Р. Крянин. С. 28—34.
144. Солнцев Ю. П., Степанов Г. А. Материалы в криогенной технике: Справочник. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1982. 312 с.
145. Соколовский Н. И. Малоуглеродистые и низколегированные стали. М.: Металлургия, 1966. 216 с.

146. Стали с ванадием: Обзор/Отв. ред. Н. М. Гольдштейн, М.: Черметинформация, 1967, 117 с.
147. Сабун Л. Б., Флоров Р. С., Зиновьев В. Е. и др. Физические и механические свойства строительных сталей// МиТОМ. 1972. № 2. С. 64—68.
148. Соколовский П. И. Арматурные стали. М.: Metallurgy, 1964. 208 с.
149. Сырейщиков В. И., Панфилова Л. М., Подольский Э. П. и др. Конструкционные высокопрочные ванадийсодержащие стали для машиностроения// Сталь. 1980. № 11. С. 1010—1014.
150. СТП 300—76. Марочник металлов/Завод ПТО им. С. М. Кирова. Л., 1976. 30 с.
151. Список сталей, чугунов и цветных сплавов, выплавляемых на ДЗМО. Днепропетровск: ДЗМО, 1972. 63 с.
152. Селяво А. Л., Попова Н. М., Заславская Л. В. и др. Витые пружины из стали 3Х13// МиТОМ. 1966. № 11. С. 36—40.
153. Спиридонов В. Б., Кузьминская Л. Н., Гордеев Ю. П. Упрочнение хромоникелевых сталей с нестабильным аустенитом//МиТОМ. 1973. № 4. С. 2—9.
154. Современные материалы в автомобилестроении: Справочник/В. С. Дорфман, И. И. Леттфорд, Э. Н. Либерман и др. М.: Машиностроение, 1977. 271 с.
155. Сорокин В. Г. и др. Экономнолегированная сталь для крупных поковок// МиТОМ. 1983. № 6. С. 7—11.
156. Семичастная А. В., Алешкин Ф. И. Влияние температуры на модуль упругости быстрорежущих и штамповых сталей// МиТОМ. 1973. № 3. С. 56—58.
157. Сравнение норм отечественных и зарубежных стандартов на марочный состав и свойства легированных конструкционных сталей/Прокша Ф., Савилов Е. С., Никонов А. Г. М., 1975. 154 с. (М-во черной металлургии СССР. Черметинформация).
158. Товпенец В. С., Жуков А. И. Режимы упрочняющей термической обработки проката. Донецк: Б. И., 1967. 62 с.
159. Технологические, физико-химические и механические свойства стали: Сборник статей/Отв. ред. В. П. Елютин. М.: Metallurgizdat, 1949. 291 с. (Моск. ин-т стали: Сб. 28).
160. Термическая обработка в машиностроении: Справочник /Под ред. Ю. М. Лахтина, А. Г. Рахштадта. М.: Машиностроение, 1980. 783 с.
161. Туник А. А. Влияние некоторых технологических факторов на механические свойства отливок по выплавляемым моделям// Литейное производство. 1961. № 10. С. 32—35.
162. Тылкин М. А. Справочник термиста ремонтной службы. М.: Metallurgy, 1981. 648 с.
163. Тылкин М. А. Повышение долговечности деталей металлургического оборудования. М.: Metallurgy, 1971. 608 с.
164. Туфанов Д. Г. Коррозионная стойкость нержавеющих сталей и чистых металлов: Справочник. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Metallurgy, 1973. 351 с.
165. Туфанов Д. Г. Коррозионная стойкость нержавеющих сталей, сплавов и чистых металлов: Справочник. 4-е изд., доп. и перераб. М.: Metallurgy, 1982. 352 с.
166. Теплухин Г. Н. Термическое упрочнение низкоуглеродистой литой стали. Л.: ЛДНТП, 1982. 18 с.
167. Термическая обработка и свойства литой стали, Труды Всесоюзного совещания/Под ред. Н. С. Крещановского. М.: Mashgiz, 1955. 356 с.
168. Теплофизические свойства веществ: Справочник/Под ред. Н. Б. Варгафтика. М.—Л.: Госэнергоиздат, 1956. 367 с.
169. Тылкин М. А. Прочность и износостойкость деталей металлургического оборудования. М.: Metallurgy, 1965. 347 с.
170. Ульянин Е. А. Коррозионные стали и сплавы: Справочник. М.: Metallurgy, 1980. 208 с.
171. Узлов И. Г. Повышение свойств и эффективности применения проката путем термического упрочнения// Сталь. 1977. № 10. С. 943—948.
172. Уманский В. Б., Обернихина А. А. Влияние режима термической обработки на механические свойства стали 6ХВ2С// Сталь. 1976. № 3. С. 265—267.

173. **Филинов С. А., Фиргер И. В.** Справочник термиста, — 4-е изд., доп. и перераб. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1975. 352 с.
174. **Физические свойства сталей и сплавов, применяемых в энергетике:** Справочник/Под ред. Б. Е. Неймарк. М.—Л.: Энергия, 1967. 240 с.
175. **Фоминных И. П., Яковенко Р. Ф., Шенгалева В. М.** Влияние отпускной хрупкости на хладостойкость отливок из стали 35ГЛ// Литейное производство. 1969. № 8. С. 40—41.
176. **Харченко В. А., Мерший Н. П., Стычинский Л. П. и др.** Механические свойства арматуры из стали 35ГСЛ, термически упрочненной и потоке прокатки// — Сталь. 1970. № 10. С. 941—943.
177. **Химушин Ф. Ф.** Легирование, термическая обработка и свойства жаропрочных сталей и сплавов. М.: Оборонгиз, 1962. 336 с.
178. **Химушин Ф. Ф.** Нержавеющие стали, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1967. 798 с.
179. **Свойства сталей и сплавов, применяемых в котлотурбостроении.** Л.: ЦКТИ, 1966. Ч. I; вып. 16. 220 с.
180. **Свойства сталей и сплавов, применяемых в котлотурбостроении.** Л.: ЦКТИ, 1966. Ч. II, вып. 16. 244 с.
181. **Свойства сталей и сплавов, применяемых в котлотурбостроении.** Л.: ЦКТИ, 1967. Ч. III, вып. 16. 180 с.
182. **Чиркин В. С.** Теплофизические свойства материалов: Справочное руководство. М.: Физматгиз, 1959. 356 с.
183. **Шнееров Я. А., Вихлевщук В. А.** Полуспокойная сталь. М.: Металлургия, 1973. 367 с.
184. **Шнееров Я. А., Вихлевщук В. А.** Низколегированные и полуспокойные стали повышенной прочности и хладостойкости для ответственных сварных конструкций. Киев, 1978. 3 с. (Информационное письмо № 28).
185. **Шахов М. А., Иванов К. Н.** Новая высокопрочная сталь 36ХН1М(В) ФА с низким содержанием никеля. Л.: ЛДНТП, 1961. 19 с.
186. **Шульте Ю. А., Волчок Т. П., Пинчук Е. И. и др.** Хладостойкие экономнолегированные стали// Литейное производство. 1969. № 9. С. 4—5.
187. **Штамповые материалы.** Обработка и применение: Сборник статей/Под ред. Н. Т. Деордиева, Г. П. Большакова. М.: Машиностроение, 1968. 143 с. (ЭНИКМАШ: Вып. 18).
188. **Штамповые стали, состав, свойства, термическая обработка:** Сборник статей/ Под ред. Н. Т. Деордиева, Л. А. Позняка. — М.: Машиностроение, 1964. 128 с. (ЭНИКМАШ. Вып. 9).
189. **Шедрин Е. И., Сагарадзе В. В., Малышев К. А.** Влияние величины зерна и стабильности гамма-фазы на предел выносливости высокопрочных аустенитных сталей// МнТОМ. 1981. № 5. С. 46—50.
190. **Энштейн А. Е.** Термическая обработка и механические свойства арматурной стали// МнТОМ. 1965. № 6. С. 30—36.

СПРАВОЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Сорокин Виктор Георгиевич, Волосникова Альбина Владимировна,
Вяткин Сергей Александрович и др.

МАРОЧНИК СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Редактор *И. Н. Жесткова*

Художественный редактор *[А. И. Рс]*

Обложка художника *В. А. Антикарской*

Технический редактор *Т. С. Стрыж*

Корректоры: *О. Ю. Садыкова, А. П. Сизова*

ИБ № 6339

Сдано в набор 19 08 88 Подписано в печать 14 12 88 Т-22163
Формат 60×90^{1/16} Бумага типографская № 2 Гарнитура литературная
Печать высокая Усл. печ. л. 10,0 Усл. кр.-отт. 40,0. Уч.-изд. л. 43,5.
Тираж 110 000 экз. Заказ 547 Цена 2 р. 50 к

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение»
107076, Москва Строминский пер., 4

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени
Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.