

## О сталях и сплавах

Технически чистые металлы характеризуются низкими прочностными свойствами, поэтому в машиностроении применяют главным образом их сплавы.

### **Сплавы:**

- на основе железа в зависимости от содержания в них углерода (до 2% С) называют сталями или чугунами;
- на основе алюминия, магния, титана и бериллия, имеющих малую плотность, – легкими цветными сплавами;
- на основе цинка, кадмия, олова, свинца, висмута и др. металлов – легкоплавкими цветными сплавами;
- на основе молибдена, ниобия, циркония, вольфрама, ванадия и др. – тугоплавкими цветными сплавами.

### **Свойства металлов и сплавов.**

Свойства подразделяются на механические, физико-химические, технологические и эксплуатационные.

К основным **механическим** относят прочность, пластичность, ударную вязкость, усталостную прочность, ползучесть, твердость и износостойкость.

К **физическим** относятся температура плавления, плотность, температурные коэффициенты литейного и объемного расширения, электросопротивление и электропроводимость.

К **химическим** свойствам относятся способность к химическому взаимодействию с агрессивными средами, а также антикоррозионность.

К **технологическим** свойствам относятся литейные свойства, деформируемость и обрабатываемость режущим инструментом.

К **эксплуатационным** свойствам относятся износостойкость, коррозионную стойкость, хладостойкость, жаропрочность, жаростойкость, антифрикционность и пр.

### **Термическая обработка сталей.**

**Термическая обработка** заключается в нагреве сплавов до определенных температур, выдержке их при этих температурах и последующем охлаждении с различной скоростью. При этом изменяются структура сплава и его свойства.

*Основные виды термической обработки – отжиг, нормализация, закалка и отпуск.*

**Отжиг** – нагрев до высокой температуры с последующим охлаждением вместе с печью – снимает внутренне напряжение, снижает твердость и повышает пластичность, устраняет химическую неоднородность.

**Нормализация** – нагрев до высокой температуры и охлаждение на воздухе – приводит к измельчению зерна и повышению прочности.

**Закалка** – нагрев до высокой температуры и быстрое охлаждение в воде или в масле – повышает твердость и прочность, снижает пластичность.

**Отпуск** – нагрев до небольшой температуры и медленное охлаждение; его применяют как сопутствующую операцию после закалки для получения более устойчивых структур. Высокий отпуск (темп.=700°C) применяют для повышения пластичности и обрабатываемости при небольшом снижении прочности закаленной стали; низкий отпуск (темп. до 250°C) применяют для повышения вязкости.

### **Влияние примесей на свойства железоуглеродистых сплавов.**

В сплавах **углерод** находится главным образом в связанном состоянии в виде *цементита*. В свободном состоянии в виде графита он содержится в чугунах. С увеличением содержания углерода возрастают твердость, прочность и уменьшается пластичность.

**Сера** является вредной примесью, при кристаллизации сплава увеличение содержания серы (более 0,06%) приводит к образованию трещин и надрывов. Это явление носит название *красноломкость*.

**Фосфор** ухудшает пластические свойства сплава, вызывая явление *хладноломкости*. В сталях допускается содержание фосфора не более 0,08%. В чугуне – до 0,3%Р.

**Азот, кислород и водород** присутствуют в сплавах в составе оксидов, нитридов или в свободном состоянии, которые служат концентраторами напряжений и могут снижать механические свойства (прочность, пластичность).

**Водород** растворяется в стали при расплавлении, при охлаждении сплава концентрация водорода может уменьшаться и он накапливается в микропорах, что может служить причиной образования внутренних надрывов в металле и трещин.

**Кремний** повышает предел текучести и уменьшает склонность к *хладноломкости*.

**Марганец** немного повышает твердость и прочность феррита (Fe – железа).

В сталях содержание кремния не более 0,4% и марганца – 0,8%.

### Характеристики сталей и сплавов и методы их определения.

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, температуру критические точек, механические свойства, жаростойкость, коррозионную 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 (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°C проката, поковок и отливок, приведенные в справочнике, являются минимальными и должны гарантироваться при выполнении установленной технологии. За сечение поковки или отливки принимают ее расчетную толщину (диаметр) под термообработку.

Приведенные характеристики механических свойств поковок 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 и 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 устанавливают 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 100мм. Нормы механических свойств отливки со стенками толщиной более 100 мм в необходимых случаях должны соответствовать техническим условиям; объем, нормы и порядок контроля и приемки отливок устанавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 977-88.

Приведенные в марочнике режимы термической обработки,ковки и других технологических процессов являются рекомендуемыми 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 25502-82. 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 3248-81 и ГОСТ 10145-81.

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

Все данные по **коррозионной стойкости** указаны в соответствии с ГОСТ 9908-85 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 справочнике 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°C и последующей термообработке);
- 3) трудносвариваемые стали (для получения качественных сварных соединений требуются дополнительные операции: подогрев до 200–300°C при сварке, термообработка после сварки — отжиг);
- 4) стали, не применяемые для сварных конструкций.

Оценка характеристик **литейных свойств** принята 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°C.

Механические свойства отливок, поставляемых по ГОСТ 977-88, приведены для отливок II и III групп.

Ковочные свойства в справочнике 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 нами параметров, а также назначение рациональной температуры нагрева металла и условий охлаждения поковок возможны 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 у ЦНИИТмаше, УЗТМ, УГТУ-УПИ и других организациях.

**Обрабатываемость** стали и сплавов резанием определена для условий полустого течения 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  $\gamma = 60^\circ$ .

Обрабатываемость стали и сплавов резанием оценена по скорости резания, соответствующей 60-мин стойкости резцов V60, и выражена коэффициентами  $K_{в.тв.спл}$  и  $K_{в.б.ст}$  по отношению к эталонной стали. В качестве эталонной стали принята углеродистая сталь 45 ( $\sigma_{в} = 637$  МПа,  $НВ = 179$ ), скорость резания V60 которой взята за единицу. Коэффициенты обрабатываемости данной стали

для условий точения твердосплавными резцами  $K_{\text{ТВ.СПЛ}} = V60/145$ , где  $V60$  – скорость резания, соответствующая 60-мин стойкости резцов, при точении данной стали, м/мин; 145 – значения скорости резания при 60-мин стойкости твердосплавных резцов при точении эталонной стали 45.

Коэффициенты обрабатываемости стали  $K_v$  для условий точения резцами из быстрорежущей стали  $K_{\text{вб.ст}} = V60/70$ , где 70 – значение скорости резания при 60-мин стойкости быстрорежущих резцов при точении эталонной стали 45.

Для принятых условий резания абсолютное значение скорости резания  $V60$  данной стали определяется умножением ее коэффициента  $K_{\text{ТВ.СПЛ}}$  или  $K_{\text{вб.ст}}$  на соответствующие значения эталонной стали 45.

**Прокаливаемость** по ГОСТ 5657-69 приведена в виде таблиц и 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 и 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, мало склонные и склонные.

Для сталей и сплавов с особыми физическими свойствами, кроме перечисленных характеристик, приведен ряд физических свойств. Для электротехнических сталей приведены: магнитная индукция — магнитная индукция, Тл, на основной коммутационной кривой намагничивания при напряженности магнитного поля, А/м, указанной в таблицах; удельные потери  $P_{1,0/50(400)}$ ,  $P_{1,5/50(400)}$ ,  $P_{1,7/50}$  – полные удельные магнитные потери, Вт/кг, стали при перемагничивании ее с частотой 50 (400) Гц и максимальных значениях индукции, соответственно 1,0; 1,5 и 1,7 Тл в условиях синусоидального ее изменения. Для сплавов прецизионных магнитно-мягких: начальная магнитная проницаемость, максимальная магнитная проницаемость, коэрцитивная сила, А/м, индукция технического насыщения, Тл, магнитострикция насыщения  $\lambda_s$ , магнитная проницаемость  $\mu_H$  в заданном поле  $H$ . Для магнитно-твердых сплавов: коэрцитивная сила по индукции  $H_{\text{св}}$ , кА/м; остаточная индукция  $B_r$ , Тл, магнитная энергия  $B_r H_{\text{св}}$ , Тл \* кА/м; напряженность поля при максимальной проницаемости  $H_{\text{мmax}}$ , кА/м; индукция намагничивания в поле максимальной проницаемости  $B_{\text{мmax}}$ , Тл; коэрцитивная сила при намагничивании в поле максимальной проницаемости  $H_{\text{смmax}}$ , кА/м; остаточная индукция при намагничивании в поле максимальной проницаемости  $B_{\text{гмmax}}$ , Тл; удельные потери на гистерезис при намагничивании в поле максимальной проницаемости  $P_{\text{гмmax}}$ , кДж/м<sup>3</sup>; коэффициент прямоугольности  $(B_1/B)_{\text{мmax}}$ . Для сплавов прецизионных сверхпроводящих указывается температура перехода в сверхпроводящее состояние. Для сплавов прецизионных с высоким электрическим сопротивлением дополнительно приводятся следующие характеристики: колебание электрического сопротивления по длине  $(R_{\text{max}} - R_{\text{min}}) / R_{\text{ср}}$ , %, где  $R_{\text{max}}$ ,  $R_{\text{min}}$  и  $R_{\text{ср}}$  – соответственно максимальное, минимальное и среднее сопротивление 1 м продукции в пределах мотка, рулона, катушки, и живучесть (ГОСТ 2419-78), ч, испытание заключается в циклическом нагреве электрическим током (нагрев 2 мин, охлаждение 2 мин) проволочных образцов диаметром 0,8 мм до заданной температуры. Для термобиметаллов, представляющих собой материал, состоящий из двух и более слоев металлов или сплавов с различными температурными коэффициентами линейного расширения (ТКЛР), сваренных между собой по всей поверхности

соприкосновения, основным свойством является термочувствительность, т.е. способность изгибаться при изменении температуры.

Термочувствительность термобиметаллов пропорциональна разности ТКЛР составляющих и характеризуется величиной удельного изгиба – изменением кривизны термобиметаллической пластинки единичной толщины при изменении температуры на 1 К. Для ленты толщиной 0,3 мм и менее приводится другая характеристика термочувствительности – коэффициент чувствительности, определяемый как угол раскручивания свернутой в спираль биметаллической ленты единичной длины и толщины при нагреве ее на 1 К.

#### Классификация сталей и их маркировка.

По химическому составу	<b>углеродистые (конструкционные)</b>	низкоуглеродистые среднеуглеродистые высокоуглеродистые
	<b>легированные(конструкционные)</b>	низколегированные среднелегированные
		высоколегированные
По качеству		
а	<b>общего назначения</b>	
	<b>качественные</b>	
	<b>высококачественные</b>	
	<b>особокачественные</b>	
и		
	<b>По назначению</b>	
	<b>конструкционные</b>	
	<b>инструментальные</b>	
	<b>Жаропрочные</b>	
	<b>Кислотостойкие</b>	
<b>Износостойкие</b>		
<b>Магнитные</b>		

Стали классифицируются по химическому составу, качеству и назначению.

По химическому составу классифицируют главным образом конструкционные стали, предназначенные для изготовления деталей машин и металлических конструкций. **Конструкционные** стали делят на *углеродистые и легированные*.

*Конструкционные* стали могут быть:

- низкоуглеродистые  $C \leq 0,09-0,25\%$ ;
- среднеуглеродистые  $C \leq 0,25-0,45\%$ ;
- высокоуглеродистые  $C \leq 0,45-0,75\%$ .

*Легированные* стали условно подразделяют:

- на низколегированные с содержанием легирующих элементов 2,5-5%;
- среднелегированные – до 10%;
- высоколегированные – более 10%.

Все легированные стали содержат минимальное количество вредных примесей и являются высококачественными. Для придания особых свойств их подвергают дополнительной обработке специальными методами, которые отражены в обозначении сталей в конце наименования марки.

ВД – вакуумно-дуговой переплав;

Ш – электрошлаковый переплав;

ВИ – вакуумно-индукционная переплавка;

СШ – обработка синтетическими шлаками.

Другие стали по химическому составу обычно не классифицируются.

По назначению стали подразделяют на:

- конструкционные;
- инструментальные;
- стали и сплавы с особыми свойствами – жаропрочные, кислотостойкие, износостойкие, магнитные и др.

По качеству различают стали:

- общего назначения;
- качественные;
- высококачественные (в маркировке указывают способ выплавки последующей обработки стали).

**Сталь углеродистую общего назначения** (ГОСТ 380-80) подразделяют на группы:

- **А** – поставляемую по *механическим свойствам* и применяемую в основном тогда, когда изделие из нее подвергается горячей обработке (напр. сварка,ковка), которая может изменить регламентируемые механические свойства (Ст0, Ст1 и прочие, где индекс впереди обозначения опускается);
- **Б** – поставляемую по *химическому составу* и применяемую для деталей, подвергаемых такой обработке, при которой механические свойства меняются, а их уровень определяется химическим составом (БСт0, БСт1 и др.);
- **В** – поставляемую по *механическим свойствам и химическому составу* для деталей, подвергаемых сварке (ВСт1, ВСт2 и др.).

**Сталь углеродистую обыкновенного качества** изготавливают из следующих марок:

Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс.

Здесь “Ст” – сталь, “0...5” – условный номер марки в зависимости от химического состава, чем выше номер в обозначении, тем выше прочность стали и ниже ее пластичность. Стали этой группы в

зависимости от степени раскисления подразделения: на спокойные – «сп» (индекс в обозначении обычно опускается), на полуспокойные – «пс», кипящие – «кп».

Ниже представлено краткое описание марки сталей, их назначение, заменители и основные характеристики свариваемости.

<b>ГОСТ</b>	<b>марка</b>	<b>аналог</b>	<b>назначение</b>	<b>свариваемость</b>
380-94	Ст0	-	общее	без ограничений
380-94	Ст2кп Ст2пс Ст2сп	- Ст2сп Ст2пс	общее	без ограничений, при толщине более 36мм рекомендован подогрев и ТО
380-94	Ст3кп	Ст3пс	общее	без ограничений, при толщине более 36мм рекомендован подогрев и ТО
380-94	Ст3пс Ст3сп	Ст3сп Ст3пс	общее	без ограничений, при толщине более 36мм рекомендован подогрев и ТО
380-94	Ст3Гпс	Ст3пс 18Гпс	общее	без ограничений, при толщине более 36мм рекомендован подогрев и ТО
380-94	Ст4кп	-	общее	ограниченно
380-94	Ст4пс	Ст4сп	общее	ограниченно
19281-89	09Г2	09Г2С 10Г2	детали сварных конструкций из листов	без ограничений
19281-89	09Г2С	10Г2С 09Г2	паровые котлы, аппараты и емкости, работающие под давлением при температурах - 70...+450°С, ответственные листовые конструкции в нефтяном, химическом машиностроении и судостроении	без ограничений



19281-89	10ХСНД	16Г2АФ	сварные конструкции химического машиностроения, фасонные профили в судостроении и вагоностроении	без ограничений
19281-89	15ХСНД	16Г2АФ 14ХГС 16ГС	детали вагонов, строительные сваи, сложные профили в судостроении	без ограничений

Сталь углеродистая качественная конструкционная по видам обработки в состоянии поставки делится на:

- горячекатаную;
- кованую;
- круглую;
- калиброванную;
- круглую со специальной отделкой поверхности (серебрянка).

Стали углеродистые качественные (ГОСТ 1050-74) маркируются цифрами, указывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента: сталь 10, сталь 15, ... сталь 80. Содержание серы и фосфора в этих сталях не может превышать 0,035%. Стали этой группы, содержащие свыше 0,2% С, выпускаются только спокойными.

Стали углеродистые инструментальные (ГОСТ 1435-74, более 0,8% С) имеют в обозначении букву «У» и цифру, указывающую на содержание углерода в десятых долях процента: У9, У10 и т.д.

#### Условные обозначения основных элементов в марках металлов и сплавов

Элемент	Символ	Черные металлы	Цветные металлы	Плотность г/куб.см.
Азот	N	А	.	1,25
Алюминий	Al	Ю	А	2,69808
Барий	Ba	.	Бр	3,61
Бериллий	Be	Л	.	1,86
Бор	B	Р	.	2,33
Ванадий	V	Ф	Вам	6,12
Висмут	Bi	Ви	Ви	9,79
Вольфрам	W	В	.	19,27
Гадолиний	Gg	.	Гм	7,886
Галлий	Ga	Гл	Гл	5,91

Гафний	Hf	.	Гф	13,36
Германий	Ge	.	Г	19,3
Гольмий	Ho	.	ГОМ	8,799
Диспрозий	Dy	.	ДИМ	8,559
Европий	Eu	.	Еу	5,24
Железо	Fe	.	Ж	7,87
Золото	Au	.	Зл	19,32
Индий	In	.	Ин	7,3
Иридий	Ir	и	И	22,4
Иттербий	Yb	.	ИТМ	6,959
Иттрий	Y	.	ИМ	4,472
Кадмий	Cd	Кд	Кд	8,642
Кобальт	Co	К	К	8,85
Кремний	Si	С	Кр	2,3263
Лантан	La	.	Ла	6,162
Литий	Li	.	Лэ	0,534
Лютеций	Lu	.	Люм	.
Магний	Mg	Ш	Мг	1,741
Марганец	Mn	Г	Мц(Мр)	7,43
Медь	Cu	Д	М	8,96
Молибден	Mo	М	.	10,22
Мышьяк	As	-	-	-
Неодим	Nd	.	Нм	7,007
Никель	Ni	Н	Н	8,91
Ниобий	Nb	Б	Нп	8,55
Олово	Sn	.	О	7,29
Осмий	Os	.	Ос	22,48
Палладий	Pd	.	Пд	12,1
Платина	Pt	.	Пл	21
Празеодим	Pr	.	Пр	6,769
Рений	Re	.	Ре	21,04
Родий	Rh	.	Рд	12,5
Ртуть	Hg	.	Р	13,5
Рутений	Ru	.	Ру	12,3
Самарий	Sm	.	Сам	7,53
Свинец	Pb	.	С	11,337

Селен	Se	Е	СТ	4,7924
Сера	S	-	-	-
Серебро	Ag	.	Ср	10,5
Скандий	Sc	.	Скм	2,99
Сурьма	Sb	.	Су	6,69
Таллий	Tl	.	Тл	11,85
Тантал	Ta	.	ТТ	16,6
Теллур	Te	.	Т	6,25
Тербий	Tb	.	Том	8,253
Титан	Ti	Т	ТПД	4,505
Тулий	Tu	.	ТУМ	9,318
Углерод	C	У	.	2,2
Фосфор	P	П	Ф	1,83
Хром	Cr	Х	Х(Хр)	7,2
Церий	Ce	.	Се	6,768
Цинк	Zn	.	Ц	7,13
Цирконий	Zr	Ц	ЦЭВ	6,5
Эрбий	Er	.	ЭРМ	9,062

### ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ

**Конструкционная сталь** – машиностроительная сталь, по основным особенностям, определяющим область их применения в промышленности, можно разделить на две группы:

- стали общего назначения;
- стали специализированного назначения.

**Стали общего назначения** – применяются для изготовления различных деталей и изделий в разных отраслях машиностроения. Наиболее важной характеристикой, по которой выбираются эти стали, являются механические свойства. Поэтому марки машиностроительной стали для изготовления изделий надо выбирать с учетом толщины изделия, а, следовательно, и прокаливаемости стали. Отсюда и классификация стали общего назначения на группы:

- сталь небольшой прокаливаемости, прокаливающаяся полностью в деталях диаметром не более 10-15мм;
- сталь средней прокаливаемости, прокаливающаяся полностью в деталях диаметром до 25-35мм;
- сталь повышенной прокаливаемости, прокаливающаяся полностью в деталях диаметром до 50-70мм;
- сталь высокой прокаливаемости, прокаливающаяся в деталях диаметром более 75-100мм, обладающая, кроме того, высокими прочностью и вязкостью после термической обработки.

Классификация **конструкционной стали специализированного назначения**:

- Для железнодорожного транспорта:

- сталь для ж/д рельс;
- сталь для ж/д осей;
- сталь для бандажей;
- сталь для цельнокатаных колес.
- Рессорно-пружинная (ГОСТ 2052);
- Повышенной обрабатываемости (автоматная сталь ГОСТ 1414);
- Износоустойчивая (ГОСТ 801);
- Устойчивая против коррозии (коррозионностойкая и жаростойкая ГОСТ 5949);
- Для работы под нагрузкой при повышенных температурах (жаропрочная ГОСТ

*Жаропрочные* стали могут быть классифицированы:

а) в зависимости от количественного содержания легирующих элементов:

- низколегированные;
- среднелегированные;
- высоколегированные стали.

б) по структуре (после охлаждения на воздухе) различают жаропрочные стали:

- перлитного;
- мартенситного;
- мартенситно-ферритного;
- ферритного;
- аустенитно-мартенситного;
- аустенитного классов.

*Высокопрочные*– марки машиностроительных (конструкционных) сталей: 30ХГСНА– 30ХГСНМА; ЭИ643; ВЛ-1; 30ХГСА; 35ХГСА.

#### **НАЗНАЧЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ПОТРЕБЛЯЕМЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ**

<b>Марка стали</b>	<b>Применение</b>
15Х-20Х	Детали работающие в условиях износа при трении и обладающие высокотвердой поверхностью при невысокой прочности сердцевины. Сваривается без ограничений. Не склонна к отпускной хрупкости. Втулки, пальцы, шестерни, валики, толкатели и др. цементируемые детали.
30Х	Свариваемость ограниченная. Склона к отпускной хрупкости. Оси, валики, болты, гайки и др. некрупные детали.
35Х	То же
38ХА	То же
40-45Х	Детали повышенной прочности. Трудно свариваемая. Склона к отпускной хрупкости.
50Х	То же +повышенная твердость и износостойкость. крупные колеса, валки горячей прокатки.
18-25ХГТ	Улучшаемые/цементируемые детали ответственного назначения, от которых требуется повешенная прочность и вязкость сердцевины, а также высокая поверхностная

	твердость, работающие под действием ударных нагрузок. Сваривается без ограничений. Мало склонна к отпускной хрупкости.
20-27ХГР	То же
30ХГТ	То же, но ограничено свариваемая.
25ХГСА	Ответственные сварные и штампованные детали. Ходовые винты, оси, валы, червяки, шатуны и др. Сваривается без ограничений. Склонна к отпускной хрупкости.
35ХГСА	То же, но ограничено свариваемая.
30ХМ(А)	Детали работающие при температуре до 500оС. Ограниченно свариваемая. Склонна к отпускной хрупкости. Шестерни, валы, цапфы, шпильки, крепеж и др.
35ХМ(А)	Ответственные детали , работающие в условиях больших нагрузок и скоростей. Склонна к отпускной хрупкости.
38ХМ(А)	Ответственные детали общего назначения в машиностроении. Ограниченно свариваемая. Склонна к отпускной хрупкости.
40,45ХН	Ответственные детали общего назначения в машиностроении. Трудно свариваемая. Склонна к отпускной хрупкости.
50ХН	Крупные ответственные детали общего назначения в машиностроении. Трудно свариваемая. Склонна к отпускной хрупкости.
12ХН(2!)	Детали работающие под действием ударных нагрузок при отрицательных температурах. Ограниченно свариваемая. Склонна к отпускной хрупкости.
20ХГНР	Детали работающие под действием ударных нагрузок. Свариваемая без ограничений. Склонна к отпускной хрупкости.
12ХН3А	Детали работающие под действием ударных нагрузок при отрицательных температурах. Ограниченно свариваемая. Склонна к отпускной хрупкости.
37ХН3А	Крупные особо ответственные изделия. Не применяется для сварных конструкций. Не склонна к отпускной хрупкости.
12Х2Н4А	Детали работающие под действием ударных нагрузок или отрицательных температурах. Ограниченно свариваемая. Склонна к отпускной хрупкости.
20Х2Н4А	Детали ответственного назначения, от которых требуется повышенная прочность и вязкость сердцевины, а также высокая поверхностная твердость, работающие под действием ударных нагрузок и отрицательных температурах. Трудно сваривается. Мало склонна к отпускной хрупкости.
40ХН2МА	Крупные тяжело нагруженные изделия. Трудно сваривается. Не склонна к отпускной хрупкости.

38ХС	Детали не больших размеров с высокой прочностью, упругостью и износостойкостью. Трудно сваривается.
12Х1МФ	Детали, работающие при температуре до 580°С. Ограничено свариваемая.
25Х1МФ	Детали, работающие при температуре от –40 до 500°С. Трудно свариваемая.
45Г2, 50Г2	Для крупных малонагруженных деталей (шпиндели, валы, зубчатые колеса тяжелых станков).
15ХФ	Для некрупных деталей, подвергаемых цементации и закалке с низким отпуском (зубчатые колеса, поршневые пальцы и др.).
40ХС	Для мелких деталей высокой прочности.
40ХФА	Для ответственных высокопрочных деталей, подвергаемых закалке и высокому отпуску; для средних и мелких деталей сложной конфигурации, работающих в условиях износа (рычаги, толкатели); для ответственных сварных конструкций, работающих при знакопеременных нагрузках.

#### СООТВЕТСТВИЕ ГОСТОВ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ

	Химический состав, %									
	С	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	Ni	Cu	Другое
X12	1,9- 2,2	0,1- 0,4	0,15- 0,45	11,0- 12,0	0,25	0,25	0,20	0,40	0,25	Co-0,2
X12В	2- 2,25	0,10- 0,40	0,15- 0,45	11,0- 12,0	0,60- 0,80	0,25	0,20	0,40	0,25	Co-0,2
X12МФ	1,5- 1,6	0,1- 0,4	0,15- 0,45	11,5- 12,5	0,25	0,6- 0,8	0,9- 1,1	0,40	0,25	Co-0,2
X12Ф1										
4Х4ВМФС	0,37- 0,44	0,6-1	0,2- 0,5	3,2-4	0,8- 1,2	1,2- 1,5	0,6- 0,8	0,60	0,30	-
5Х3В3МФС	0,42	0,80	0,50	3,20	3,60	1,10	1,80	0,35	0,30	-
4Х5МФ1С	0,45- 0,52	0,8- 1,2	0,50	4,5- 5,5	-	1,0- 1,5	0,8- 1,2	0,30	0,30	-
Р6М5Ф3	1,25- 1,35			3,8- 4,3	5,7- 6,7	5,5- 6,0	3,1- 3,7			Co-0,5

P6M5K5	1,02- 1,09			3,8- 4,3	6,0- 7,0	4,8- 5,3	1,7- 2,2			Co-4,8- 5,3
P6M5	0,96- 1,05	0,5	0,5	3,8- 4,3	6,0- 7,0	5,0- 5,5	1,7- 2,1	0,6	0,3	Co-0,5
P6M5Φ3K8	1,27- 1,33			3,9- 4,5	5,9- 6,7	4,7- 5,3	2,85- 3,15			Co-8,0- 8,8
P6M5Φ4	1,25- 1,4			3,75- 4,75	5,25- 6,5	4,25- 5,5	3,75- 4,5			Co-0,5
P7M2Φ6	1,65- 1,75			3,8- 4,3	6,5- 7,5	1,8- 2,3	5,5- 6,2			Co-0,5
P9M4K8	1,10- 1,20			3,0- 3,6	8,5- 9,5	3,8- 4,3	2,3- 2,7			Co-7,5- 8,5
P10M2Φ5K8	1,55- 1,65			4,5- 5,0	10,0- 11,0	1,8- 2,2	4,8- 5,2			Co- 7,60- 8,35
P10M4K14	0,55- 0,65			5,2- 5,7	10,0- 11,0	3,8- 4,3	1,6- 2,0			Co- 13,5- 15,0
P12MΦ5	1,45- 1,55			3,8- 4,3	11,5- 12,5	1,0- 1,5	4,0- 4,6			Co-0,5
P12M3K5Φ2	1,05- 1,15			3,8- 4,3	11,5- 12,5	2,5- 3,0	1,8- 2,3			Co-5,0- 5,5
P12M3K10Φ3	1,30- 1,40			3,8- 4,5	11,0- 12,5	2,5- 3,5	3,0- 3,5			Co-9,5- 11,0
X12MΦ4	2,20- 2,40			12,0- 13,0	0,5	0,95- 1,25	3,8- 4,2			Co-0,5
P12M3K8Φ2	1,10- 1,27			3,8- 4,4	11,5- 12,5	2,8- 3,4	1,8- 2,4			Co-7,5- 8,5
P18	0,73- 0,83			3,8- 4,4	17,0- 18,5	1	1,0- 1,4			Co-0,5

### ХАРАКТЕРИСТИКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ

Инструментальные стали имеют следующие классификации:

По химическому составу разделяются на:

- легированную инструментальную сталь;
- углеродистую инструментальную сталь, в которой выделяют:

- а) углеродистую качественную;
- б) углеродистую высококачественную.

По цели применения разделяются на:

- сталь для режущего инструмента;
- сталь быстрорежущая;
- штампованная сталь для холодного деформирования материала;
- штампованная сталь для горячего деформирования материала;
- сталь для измерительного инструмента.

Инструментальная углеродистая сталь (ГОСТ 1435-90) выпускается следующих марок: У7; У8; У8Г; У9; У10; У11; У12; У13; У7А; У8А; У8ГА; У9А; У10А; У11А; У12А; У13А.

Стандарт распространяется на углеродистую инструментальную горячекатаную, кованую, калиброванную сталь – серебрянку.

К группе качественных сталей относятся марки стали без буквы А, к группе высококачественных сталей, более чистых по содержанию серы и фосфора, а также примесей других элементов – марки стали с буквой А.

Буквы и цифры в обозначении этих марок стали означают: У – углеродистая, следующая за ней цифра – среднее содержание углерода, Г – повышенное содержание марганца.

#### НАЗНАЧЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ПОТРЕБЛЯЕМЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Марка стали	Применение
У7А – У13А	Инструмент, работающий без разогрева рабочей кромки. Не применяется для сварных конструкций. зубила, долота, молотки, топоры, фрезы, отвертки, слесарно-монтажный инструмент и др.
У8, У8А, У8Г, У8ГА, У9, У9А	Для изготовления инструментов, работающих в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки. Для накатных роликов, плит и стержней для форм литья под давлением оловянно-свинцовистых сплавов. Для обработки дерева: фрез, зенковок, поволоков, топоров, стамесок, долот, пил продольных и дисковых. Для слесарно-монтажных инструментов: обжимок для заклепок, кернеров, бородок, отверток, комбинированных плоскогубцев, острогубцев, боковых кусачек. Для калибров простой формы и пониженных классов точности. Для холоднокатаной термообработанной ленты толщиной от 2,5 до 0,02 мм, предназначенной для изготовления плоских и витых пружин и пружинящих деталей сложной конфигурации, клапанов, щупов, берд, ламелей двойных ножей, конструкционных мелких деталей, в т.ч. для часов и т.д.
У10А, У12А	Для сердечников.



У10, У10А	Для игольной проволоки.
У10, У10А, У11, У11А	<p>Для изготовления инструментов, работающих в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки. Для обработки дерева: пил ручных поперечных и столярных, пил машинных столярных, сверл спиральных. Для штампов холоднел штамповки (вытяжных, высадочных, обрезных и вырубных) небольших размеров и без резких переходов по сечению. Для калибров простой формы и пониженных классов точности. Для накатных роликов, напильников, шаберов слесарных и др. Для напильников, шаберов. Для холоднокатаной термообработанной ленты толщиной от 2,5 до 0,02 мм, предназначенной для изготовления плоских и витых пружин и пружинящих деталей сложной конфигурации, клапанов, щупов, берд, ламелей двоильных ножей, конструкционных мелких деталей, в т. ч. для часов и т. д.</p>
У12, У12А	<p>Для метчиков ручных, напильников, шаберов слесарных. Штампов для холодной штамповки обрезных и вырубных небольших размеров и без переходов по сечению, холодновысадочных пуансонов и штемпелей мелких размеров, калибров простой формы и пониженных классов точности.</p>
У13, У13А	<p>Для инструментов с пониженной износостойкостью при умеренных и значительных удельных давлениях (без разогрева режущей кромки); напильников, бритвенных лезвий и ножей, острых хирургических инструментов, шаберов, гравировальных инструментов.</p>
Х12МФ	<p>Детали, работающие под большим давлением (до 1400-1600Мпа). Не применяется для сварных конструкций. Обрабатываемость резанием – в горячекатаном состоянии. Сталь склонна к отпускной хрупкости.</p> <p>Профилировочные ролики сложной формы, эталонные шестерни, накатные плашки, секции кузнечных штампов сложной формы, сложные дыропрошивные матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов со сложной конфигурацией рабочих частей, пуансоны и матрицы холодного выдавливания, работающие при больших давлениях.</p>

4-9ХС, ХВГ	<p>Ответственные детали, материал которых должен обладать повышенной износостойкостью, усталостной прочностью при изгибе, контактном нагружении, а также упругими свойствами. Не применяется для сварных конструкций. Допустима контактная сварка. Сверла, развертки, метчики, плашки, гребенки, фрезы, машинные штампели, клейма для холодных работ.</p>
4Х5МФС	<p>Мелкие молотовые штампы, крупные (сечением более 200мм) молотовые и прессы вставки при горячем деформировании конструкционных сталей и цветных сплавов в условиях крупносерийного и массового производства, пресс- формы литья под давлением алюминиевых, цинковых и магниевых сплавов.</p>
3Х3М3Ф	<p>Инструмент горячего деформирования на кривошипных прессах и горизонтально-ковочных машинах, подвергающихся в процессе работы интенсивному охлаждению ( как правило, для мелкого инструмента), пресс-формы литья под давлением медных, ножи для горячей резки, охлаждаемые водой.</p>
Р6М5, Р6М5К5, Р6М5Ф3, Р6М5К8, Р18, Р7М2Ф6, Р12МФ5, Р9М4К8, Р12М3К5Ф2, Р12М3К8Ф2, Р10М4К14, Р12М3К10Ф2 Р12М3К10Ф2	<p>Дисковые фрезы, сверла, развертки, зенкеры, метчики, протяжки, фрезы червячные, концевые, дисковые, долбяки, шеверы.</p>

#### Соответствие гостов и химический состав инструментальных сталей

	Химический состав, %									
	С	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	Ni	Cu	Другое
X12	1,9-2,2	0,1-0,4	0,15-0,45	11,0-12,0	0,25	0,25	0,20	0,40	0,25	Co-0,2
X12В	2-2,25	0,10-0,40	0,15-0,45	11,0-12,0	0,60-0,80	0,25	0,20	0,40	0,25	Co-0,2
X12МФ	1,5-1,6	0,1-0,4	0,15-0,45	11,5-12,5	0,25	0,6-0,8	0,9-1,1	0,40	0,25	Co-0,2
X12Ф1										
4Х4ВМФС	0,37-0,44	0,6-1	0,2-0,5	3,2-4	0,8-1,2	1,2-1,5	0,6-0,8	0,60	0,30	-

5X3B3MΦC	0,42	0,80	0,50	3,20	3,60	1,10	1,80	0,35	0,30	-
4X5MΦ1C	0,45- 0,52	0,8- 1,2	0,50	4,5- 5,5	-	1,0- 1,5	0,8- 1,2	0,30	0,30	-
P6M5Φ3	1,25- 1,35			3,8- 4,3	5,7- 6,7	5,5- 6,0	3,1- 3,7			Co-0,5
P6M5K5	1,02- 1,09			3,8- 4,3	6,0- 7,0	4,8- 5,3	1,7- 2,2			Co-4,8- 5,3
P6M5	0,96- 1,05	0,5	0,5	3,8- 4,3	6,0- 7,0	5,0- 5,5	1,7- 2,1	0,6	0,3	Co-0,5
P6M5Φ3K8	1,27- 1,33			3,9- 4,5	5,9- 6,7	4,7- 5,3	2,85- 3,15			Co-8,0- 8,8
P6M5Φ4	1,25- 1,4			3,75- 4,75	5,25- 6,5	4,25- 5,5	3,75- 4,5			Co-0,5
P7M2Φ6	1,65- 1,75			3,8- 4,3	6,5- 7,5	1,8- 2,3	5,5- 6,2			Co-0,5
P9M4K8	1,10- 1,20			3,0- 3,6	8,5- 9,5	3,8- 4,3	2,3- 2,7			Co-7,5- 8,5
P10M2Φ5K8	1,55- 1,65			4,5- 5,0	10,0- 11,0	1,8- 2,2	4,8- 5,2			Co- 7,60- 8,35
P10M4K14	0,55- 0,65			5,2- 5,7	10,0- 11,0	3,8- 4,3	1,6- 2,0			Co- 13,5- 15,0
P12MΦ5	1,45- 1,55			3,8- 4,3	11,5- 12,5	1,0- 1,5	4,0- 4,6			Co-0,5
P12M3K5Φ2	1,05- 1,15			3,8- 4,3	11,5- 12,5	2,5- 3,0	1,8- 2,3			Co-5,0- 5,5
P12M3K10Φ3	1,30- 1,40			3,8- 4,5	11,0- 12,5	2,5- 3,5	3,0- 3,5			Co-9,5- 11,0
X12MΦ4	2,20- 2,40			12,0- 13,0	0,5	0,95- 1,25	3,8- 4,2			Co-0,5
P12M3K8Φ2	1,10- 1,27			3,8- 4,4	11,5- 12,5	2,8- 3,4	1,8- 2,4			Co-7,5- 8,5
P18	0,73- 0,83			3,8- 4,4	17,0- 18,5	1	1,0- 1,4			Co-0,5

## СТАЛИ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ И СПЛАВЫ КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ, ЖАРОСТОЙКИЕ И ЖАРОПРОЧНЫЕ

В зависимости от *основных свойств* стали и сплавы подразделяют на группы:

**I – коррозионностойкие** (нержавеющие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против электрохимической и химической коррозии (атмосферной, почвенной, щелочной, кислотной, солевой), межкристаллитной коррозии, коррозии под напряжением и др.;

**II– жаростойкие** (окалиностойкие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против химического разрушения поверхности в газовых средах при температурах выше 550°C, работающие в ненагруженном или слабонагруженном состоянии;

**III– жаропрочные** стали и сплавы, способные работать в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающие при этом достаточной стойкостью.

В зависимости от *структуры* стали подразделяют на классы:

- мартенситный– стали с основной структурой мартенсита;
- мартенситно-ферритный– стали, содержащие в структуре кроме мартенсита, не менее 10 % феррита;
- ферритный– стали, имеющие структуру феррита;
- аустенитно-мартенситный– стали, имеющие структуру аустенита и мартенсита, количество которых можно изменять в широких пределах;
- аустенитно-ферритный – стали, имеющие структуру аустенита и феррита (феррит более 10 %);
- аустенитный– стали, имеющие структуру аустенита.

Подразделение сталей на классы по структурным признакам является условным и произведено в зависимости от основной структуры, полученной при охлаждении сталей на воздухе после высокотемпературного нагрева. Поэтому структурные отклонения причиной забракования стали служить не могут.

В зависимости от химического состава сплавы подразделяют на классы по основному составляющему элементу:

- сплавы на железоникелевой основе;
- сплавы на никелевой основе.

### НАЗНАЧЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ПОТРЕБЛЯЕМЫХ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Марка стали	Применение
20X13, 08X13, 12X13, 25X13H2	Для деталей с повышенной пластичностью, подвергающихся ударным нагрузкам; деталей, работающих в слабоагрессивных средах.
30X13, 40X13, 08X18T1	Для деталей с повышенной твердостью; режущий, измерительный, хирургический инструмент, клапанные пластины компрессоров и др. (у стали 08X18T1 лучше штампуемость).
06XH28MT	Для сварных конструкций, работающих в средне агрессивных средах (горячая фосфорная кислота, серная кислота до 10% и др.).

14X17H2	Для различных деталей химической и авиационной промышленности. Обладает высокими технологическими свойствами.
95X18	Для деталей высокой твердости, работающих в условиях износа.
08X17T	Рекомендуется в качестве заменителя стали 12X18H10T для конструкций, не подвергающихся ударным воздействиям при температуре эксплуатации не ниже — 20°C.
15X25T, 15X28	Аналогично стали 08X17T, но для деталей, работающих в более агрессивных средах при температурах от — 20 до 400°C (15X28 — для спаев со стеклом).
20X13H4Г9, 10X14АГ15, 10X14Г14НЗ,	Заменитель сталей 12X18H9, 17X18H9 для сварных конструкций.
09X15H8Ю, 07X16H6	Для высокопрочных изделий, упругих элементов; сталь 09X15H8Ю — для уксуснокислых и солевых сред.
08X17H5M3	Для деталей, работающих в сернокислых средах.
20X17H2	Для высокопрочных тяжело нагруженных деталей, работающих на истирание и удар в слабоагрессивных средах.
10X14Г14Н4Т	Заменитель стали 12X18H10T для деталей, работающих в слабоагрессивных средах, а также при температурах до 196°C.
12X17Г9АН4, 15X17АГ14 03X16H15M3Б, 03X16H15M3	Для деталей, работающих в атмосферных условиях (заменитель сталей 12X18H9, 12X18H10T) Для сварных конструкций, работающих в кипящей фосфорной, серной, 10 %-ной уксусной кислоте.
15X18H12C4ТЮ	Для сварных изделий, работающих в воздушной и агрессивной средах, в концентрированной азотной кислоте.
08X10H20T2	Немагнитная сталь для деталей, работающих в морской воде.
04X18H10, 03X18H11, 03X18H12, 08X18H10, 12X18H9, 12X18H12Т, 08X18H12Т, 06X18H11	Для деталей, работающих в азотной кислоте при повышенных температурах.
12X18H10Т, 12X18H9Т, 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ	Для сварных конструкций в разных отраслях промышленности Для сварных конструкций, работающих при температуре до 80 °С в серной кислоте различных концентраций (не рекомендуются 55 %-я уксусная и фосфорная кислоты).

09X16H4Б	Для высокопрочных штамповарных конструкций и деталей, работающих в контакте с агрессивными средами.
07X21Г7АН5	Для сварных конструкций, работающих при температурах до — 253 °С и в средах средней агрессивности.
03X21Н21М4ГБ	Для сварных конструкций, работающих в горячей фосфорной кислоте, серной кислоте низких концентраций при температуре не выше 80 °С, азотной кислоте при температуре до 95°С.
ХН65МВ	Для сварных конструкций, работающих при высоких температурах в серно- и солянокислых растворах, в уксусной кислоте.
Н70МФ	Для сварных конструкций, работающих при высоких температурах в соляной, серной, фосфорной кислотах и других средах восстановительного характера.

#### КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Обозначение по ГОСТ 5582	Отделка	Состояние поверхности	Примечание
	горячекатаные, без термообработки, без удаления окалины	с окалиной	для изделий с дальнейшей обработкой; напр, полоса для дрессировки
	горячекатаные, с термообработкой, без удаления окалины	с окалиной	для деталей с механической обработкой или для применения в высокотемпературной среде
	горячекатаные, с термообработкой, с механическим удалением окалины	без окалины	вид механического удаления окалины: черновая шлифовка или дробеструйная обработка, зависит от вида стали и формы изделия
М26 М36 М46	горячекатаные, с термообработкой, протравленные	без окалины	обычный стандарт для многих видов сталей, обеспечивает коррозионную стойкость, обычное исполнение для

			дальнейшей обработки, Менее гладкие, чем 2 В и 2 D
	горячекатанные, закаленные, протравленные	без окалины	
	холоднокатанные, упрочненные	блестящие	холоднодеформированн ые для повышения прочности
	холоднокатанные, с термообработкой без удаления окалины	гладкие, с окалиной после термообработ ки	для деталей с дополнительным удалением окалины и механической обработкой или для применения в высокотемпературной среде
M2a M3a M4a	холоднокатанные, с термообработкой, протравленные	гладкие	улучшенная пластичность, но менее гладкие, чем 2В или 2R
	холоднокатанные, с термообработкой, протравленные, дрессированные	более гладкие, чем 2D	для повышения коррозионной стойкости, качества поверхности, плоскостности у многих видов сталей; пригодны для дальнейшей обработки, Дрессировка может производиться правкой растяжением,
	холоднокатанные, светлоотожженные	гладкие, светлые, с отражением	более гладкие и светлые, чем 2В, Пригодны для дальнейшей обработки
	холоднокатанные, термообработанные с механически удаленной окалиной, протравленн ые	серебристо- матовая или блестящая	
	С рисунком (на одной стороне)		

Рифленая

МАССА ЛИСТОВ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ СТАЛИ

Толщина листа (мм)	Раскрой (мм)	Вес листа (кг)	Толщина листа (мм)	Раскрой (мм)	Вес листа (кг)
0,5	1000x2000	8	6	1500x3000	216
0,8	1000x2000	13		1500x6000	432
	1250x3000	24		2000x6000	576
	1500x3000	29	8	1500x3000	288
1	1000x2000	16		1500x6000	576
	1250x2500	25		2000x6000	768
	1250x3000	30	10	1500x3000	360
	1500x3000	36		2000x6000	960
1,25	1000x2000	20	12	1500x3000	432
	1250x2500	31		2000x6000	1152
	1250x3000	38	15	1500x3000	540
	1500x3000	45		1500x6000	1080
1,5	1000x2000	24		2000x6000	1440
	1250x2500	38	20	1500x3000	720
	1250x3000	45		1500x6000	1440
	1500x3000	54		2000x6000	1920
2	1000x2000	32	25	1500x3000	900
	1250x2500	50		1500x6000	1800
	1250x3000	60		2000x6000	2400
	1500x3000	72	30	1500x3000	1080
	2000x4000	128		1500x6000	2160



	2000x6000	192		2000x6000	2880
2,5	1000x2000	40	35	1500x3000	1260
	1500x3000	90		1500x6000	2520
3	1000x2000	48		2000x6000	3360
	1250x3000	90	40	1500x3000	1440
	1500x3000	108		1500x6000	2880
	2000x4000	192		2000x6000	3840
	1500x6000	288	45	1500x3000	1620
4	1000x2000	64	50	1500x3000	1800
	1500x3000	144		1500x6000	3600
	1500x6000	288		2000x6000	4800
	2000x6000	384	60	1500x3000	2160
5	1500x3000	180		2000x6000	5760
	1500x6000	360	70	2000x5000	5600

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МАССА 1 П.М. ПРУТКОВ И КОЛИЧЕСТВО МЕТРОВ В ТОННЕ**

**ПРОКАТ СТАЛЬНОЙ ГОРЯЧЕКАТАННЫЙ КРУГЛЫЙ**

<b>Диаметр</b>	<b>кг./метр</b>	<b>метр/т</b>	<b>Диаметр</b>	<b>Вес/кг</b>	<b>метр/т</b>	<b>Диаметр</b>	<b>Вес/кг</b>	<b>метр/т</b>
<b>тр</b>	<b>р.</b>	<b>н.</b>	<b>тр</b>	<b>г.</b>	<b>н.</b>	<b>тр</b>	<b>г.</b>	<b>н.</b>
<b>5</b>	0,153	6493,5	<b>36</b>	7,989	125,16	<b>87</b>	46,63 <sub>9</sub>	21,44
<b>5,5</b>	0,186	5376,3 <sub>3</sub>	<b>37</b>	8,439	118,48	<b>90</b>	49,93 <sub>9</sub>	20,02
<b>6</b>	0,222	4504,5	<b>38</b>	8,899	112,36	<b>92</b>	52,15 <sub>9</sub>	19,17
<b>6,5</b>	0,259	3846,1 <sub>4</sub>	<b>39</b>	9,38	106,61	<b>95</b>	55,63 <sub>9</sub>	17,96
<b>7</b>	0,301	3311,2 <sub>6</sub>	<b>40</b>	9,859	101,41	<b>97</b>	57,97 <sub>9</sub>	17,25
<b>8</b>	0,395	2531,6 <sub>4</sub>	<b>41</b>	10,35 <sub>9</sub>	96,52	<b>100</b>	61,65	16,21

<b>9</b>	0,499	2004,0 1	<b>42</b>	10,88	91,91	<b>105</b>	67,97	14,71
<b>10</b>	0,615	1623,3 8	<b>43</b>	11,39 9	87,72	<b>110</b>	74,59 9	13,39
<b>11</b>	0,745	1340,4 7	<b>44</b>	11,93 9	83,75	<b>115</b>	81,54	12,26
<b>12</b>	0,888	1126,1 3	<b>45</b>	12,47 9	80,12	<b>120</b>	88,77 9	11,26
<b>13</b>	1,039	961,53	<b>46</b>	13,05	76,62	<b>125</b>	96,33	10,38
<b>14</b>	1,21	826,45	<b>47</b>	13,60 9	73,48	<b>130</b>	104,1 99	9,6
<b>15</b>	1,389	719,41	<b>48</b>	14,19 9	70,41	<b>135</b>	112,3 6	8,89
<b>16</b>	1,58	632,9	<b>50</b>	15,42	64,84	<b>140</b>	120,8 39	8,27
<b>17</b>	1,779	561,79	<b>52</b>	16,67	59,99	<b>145</b>	129,6	7,71
<b>18</b>	2	500	<b>53</b>	17,31 9	57,74	<b>150</b>	138,7 2	7,21
<b>19</b>	2,23	448,42	<b>54</b>	17,96 9	55,65	<b>155</b>	148,0 5	6,75
<b>20</b>	2,47	404,85	<b>55</b>	18,64 9	53,61	<b>160</b>	157,8 3	6,34
<b>21</b>	2,72	367,64	<b>56</b>	19,32 9	51,72	<b>165</b>	167,7 7	5,96
<b>22</b>	2,98	335,57	<b>58</b>	20,73 9	48,22	<b>170</b>	178,1 79	5,61
<b>23</b>	3,259	306,75	<b>60</b>	22,19	45,06	<b>175</b>	188,7 2	5,3
<b>24</b>	3,549	281,69	<b>62</b>	23,7	42,18	<b>180</b>	199,7 59	5,01
<b>25</b>	3,849	259,73	<b>63</b>	24,46 9	40,86	<b>185</b>	210,9 1	4,73
<b>26</b>	4,17	239,8	<b>65</b>	26,04 9	38,38	<b>190</b>	222,5 7	4,48

<b>27</b>	4,5	222,22	<b>67</b>	27,68	36,13	<b>195</b>	234,3 2	4,26
<b>28</b>	4,829	207,03	<b>68</b>	28,51	35,08	<b>200</b>	246,6 19	4,05
<b>29</b>	5,179	193,05	<b>70</b>	30,20 9	33,09	<b>210</b>	271,8 9	3,68
<b>30</b>	5,55	180,17	<b>72</b>	31,95 9	31,29	<b>220</b>	298,3 99	3,34
<b>31</b>	5,92	168,91	<b>75</b>	34,68	28,84	<b>230</b>	326,1 49	3,06
<b>32</b>	6,3	158,47	<b>78</b>	37,50 9	26,65	<b>240</b>	355,1 3	2,81
<b>33</b>	6,71	149,02	<b>80</b>	39,45 9	25,34	<b>250</b>	385,3 39	2,59
<b>34</b>	7,13	140,25	<b>82</b>	41,45 9	24,12	<b>260</b>	416,5 7	2,4
<b>35</b>	7,55	132,44	<b>85</b>	44,54	22,45	<b>270</b>	449,2 2	2,23