**Легированные стали: классификация и маркировка**

Легированная сталь — это сталь, содержащая специальные легирующие добавки, которые позволяют в значительной степени менять ряд ее механических и физических свойств. В данной статье мы разберемся, что из себя представляет классификация легированных сталей, а также рассмотрим их маркировку.



Круглый прокат из легированной стали

**Классификация легированных сталей**

По содержанию в составе стали углерода идет разделение на:

1. [низкоуглеродистые стали](http://met-all.org/stal/stal-uglerodistaya-sostav-klassifikatsiya-gost.html) (до 0,25% углерода);
2. среднеуглеродистые стали (до 0,25% до 0,65% углерода);
3. [высокоуглеродистые стали](http://met-all.org/stal/vysokouglerodistaya-stal-harakteristiki-marki-svojstva.html) (более 0,65% углерода).

В зависимости от общего количества в их составе легирующих элементов, которые содержит легированная сталь, она может принадлежать к одной из трех категорий:

1. низколегированная (не более 2,5%);
2. среднелегированная (не более 10%);
3. высоколегированная (от 10% до 50%).

Свойства, которыми обладают легированные стали, определяет и их внутренняя структура. Поэтому признаку классификация легированных сталей подразумевает разделение на следующие классы:

1. доэвтектоидные — в составе присутствует избыточный феррит;
2. эвтектоидные — сталь имеет перлитную структуру;
3. заэвтектоидные — в их структуре присутствует вторичные карбиды;
4. ледебуритные — в структуре присутствует первичные карбиды.

По своему практическому применению легированные конструкционные стали могут быть: конструкционные (подразделяются на машиностроительные или строительные), [инструментальные](http://met-all.org/stal/harakteristiki-i-marki-instrumentalnyh-stalej.html), а также стали с особыми свойствами.

Назначение конструкционных легированных сталей:

* Машиностроительные — служат для производства деталей всевозможных механизмов, корпусных конструкции и тому подобного. Отличаются тем, что в подавляющем большинстве случаев проходят термическую обработку.
* Строительные — чаще всего используются при изготовлении сварных металлоконструкций и термической обработке подвергаются в редких случаях.

Классификация машиностроительных легированных сталей выглядит следующим образом.

* [Жаропрочные стали](http://met-all.org/stal/zharoprochnaya-zharostojkaya-stal-splavy-marki.html) активно используются для производства деталей, предназначенных для работы в сфере энергетики (например, комплектующие паровых турбин), а также из них делают особо ответственный крепеж. В качестве легирующих добавок в них используют хром, молибден, ванадий. Жаропрочные относятся к среднеуглеродистым, среднелегированным, перлитным сталям.
* Улучшаемые (из категорий среднеуглеродистых, низко- и среднелегированных) стали, при [производстве](http://met-all.org/stal/proizvodstvo-stali-tehnologiya-etapy-oborudovanie.html) которых используют закалку, применяются для изготовления сильно нагруженных деталей, испытывающих нагрузки переменного характера. Отличаются чувствительностью к концентрации напряжения в рабочей детали.
* Цементуемые (из категорий низкоуглеродистых, низко- и среднелегированных) стали, как можно понять по названию, подвергаются цементации и следующей после нее закалке. Их применяют для изготовления всевозможных шестерен, валов и других похожих по назначению деталей.



Зависимость толщины цементованного слоя от температуры и времени обработки

Классификация строительных легированных сталей подразумевает их разделение на следующие виды:

* Массовая — низколегированные стали в виде труб, фасонного и листового проката.
* Мостостроительная — для автомобильных и ж/д мостов.
* Судостроительная хладостойкая, нормальная и повышенной прочности — хорошо противостоит хрупкому разрушению.
* Судостроительная хладостойкая высокой прочности — для сварных конструкций, которым предстоит работать в условиях низких температур.
* Для горячей воды и пара — допускается рабочая температура до 600 градусов.
* Низкоопущенные высокой прочности — применяются в авиации, чувствительны к концентрации напряжений.
* Повышенной прочности с применением карбонитритного упрочнения, создающим мелкозернистую структуру стали.
* Высокой прочности с применением карбонитритного упрочнения.
* Упрочненные прокаткой при температуре 700-850 градусов.



Применение инструментальных легированных сталей

Инструментальная легированная сталь широко используется при производстве разнообразного инструмента. Но помимо явного превосходства над углеродистой сталью в плане твердости и прочности, у легированной стали есть и слабая сторона — более высокая хрупкость. Поэтому для инструмента, который активно подвергается ударным нагрузкам, такие стали не всегда подходят. Тем не менее при производстве огромного перечня режущего, ударно-штампового, измерительного и прочего инструмента именно инструментальные легированные стали остаются незаменимыми.

Отдельно можно отметить [быстрорежущую сталь](http://met-all.org/stal/bystrorezhushhaya-stal-instrumentalnaya-marki-harakteristiki-markirovka-bystrorez.html), отличительными особенностями которой являются крайне высокая твердость и красностойкость до температуры 600 градусов. Такая сталь способна выдерживать нагрев при высокой скорости резания, что позволяет увеличить скорость работы металлообрабатывающего оборудования и продлить срок его службы.

К отдельной категории относятся легированные конструкционные стали, наделенные особыми свойствами: нержавеющие, с улучшенными электрическими и магнитными характеристиками. От того, какие элементы, а также в каких количествах преимущественно содержатся в них, они могут быть хромистыми, никелевыми, хромоникельмолибденовыми. Также они делятся на трех-, четырех- и более компонентные по числу содержащихся в них легирующих добавок.

**Легирующие элементы и их влияние на свойства сталей**

Маркировка легированных сталей указывает на то, какие добавки в ней содержатся, а также на их количественное значение. Но также важно знать и то, какое именно влияние на свойства металла оказывает каждый из этих элементов в отдельности.

**Хром**

Добавка хрома увеличивает коррозионную стойкость, повышает прочность и твердость, является основным компонентом при создании [нержавеющей стали](http://met-all.org/stal/marki-nerzhaveyushhej-stali.html).

**Никель**

Добавление никеля повышает пластичность, вязкость стали и коррозионную стойкость.

**Титан**

Титан уменьшает зернистость внутренней структуры, повышая прочность и плотность, улучшает обрабатываемость и коррозионную стойкость.

**Ванадий**

Присутствие ванадия уменьшает зернистость внутренней структуры, что повышает текучесть и порог прочности на разрыв.

**Молибден**

Добавка молибдена дает возможность улучшить прокаливаемость, повысить коррозионную устойчивость и снизить хрупкость.

**Вольфрам**

Вольфрам повышает твердость, не дает зернам увеличиваться при нагреве и снижает хрупкость при отпуске.

**Кремний**

При содержании до 1-15% кремний повышает прочность, сохраняя вязкость. При увеличении процента содержания кремния повышается магнитопроницаемость и электросопротивление. Также данный элемент увеличивает упругость, стойкость к коррозии и сопротивляемость к окислению, но также повышает хрупкость.

**Кобальт**

Введение кобальта увеличивает ударопрочность и жаропрочность.

**Алюминий**

Добавление алюминия способствует повышению окалиностойкости.



Таблица назначения некоторых видов стали

Отдельно стоит упомянуть примеси и их влияние на свойства сталей. Любая сталь всегда содержит технологические примеси, так как полностью удалить их из состава стали чрезвычайно трудно. К такого рода примесям относятся углерод, серу, марганец, кремний, фосфор, азот и кислород.

**Углерод**

Оказывает на свойства стали очень значительное влияние. Если его содержится до 1,2%, то углерод способствует повышению твердости, прочности, предела текучести металла. Превышение указанного значения способствует тому, что начинает значительно ухудшаться не только прочность, но и пластичность.

**Марганец**

Если количество марганца не превышает 0,8%, то он считается технологической примесью. Он призван повысить степень раскисления, а также противостоять негативному влиянию серы на сталь.

**Сера**

При превышении содержания серы выше 0,65% механические свойства стали существенно снижаются, речь идет об уменьшении уровня пластичности, коррозионной стойкости, ударной вязкости. Также высокое содержание серы негативно влияет на свариваемость стали.

**Фосфор**

Даже незначительное превышение содержания фосфора выше необходимого уровня чревато повышением хрупкости и текучести, а также снижением вязкости и пластичности стали.

**Азот и кислород**

При превышении определенных количественных значений в составе стали вкрапления данных газов повышают хрупкость, а также способствуют понижению ее выносливости и вязкости.

**Водород**

Слишком большое содержание водорода в стали ведет к увеличению ее хрупкости.

**Маркировка легированных сталей**

К категории легированных относится большое разнообразие сталей, что и вызвало необходимость в систематизации их буквенно-цифрового обозначения. Требования к их маркировке оговаривает ГОСТ 4543-71, согласно которому сплавы, наделенные особыми свойствами, обозначаются маркировкой, где на первой позиции стоит буква. По этой букве как раз и можно определить, что сталь по своим свойствам относится к определенной группе.



Пример расшифровки маркировки легированной стали

Так, если [маркировка легированных сталей](http://met-all.org/stal/marki-stali-tablitsa-markirovka-rasshifrovka.html) начинается с букв «Ж», «Х» или «Е» — перед нами сплав нержавеющей, хромистой или магнитной группы. Сталь, которая относится к нержавеющей хромоникелевой группе, обозначается буквой «Я» в ее маркировке. Сплавы, относящиеся к категории шарикоподшипниковых и быстрорежущих инструментальных, обозначаются буквами «Ш» и «Р».

Стали, относящиеся к легированным, могут принадлежать к категории высококачественных, а также особо высококачественных. В таких случаях в конце их марки ставится буква «А» или «Ш» соответственно. Стали, которые обладают обычным качеством, таких обозначений в своей маркировке не имеют. Специальное обозначение также имеют сплавы, которые получены прокатным методом. В таком случае в маркировке присутствует буква «Н» (нагартованный прокат) или «ТО» (термически обработанный прокат).

Точный химический состав любой легированной стали можно посмотреть в нормативных документах и справочной литературе, но получить такую информацию позволяет и умение разбираться в ее маркировке. Первая цифра позволяет понять, сколько углерода (в сотых долях процента) содержит легированная сталь. После этой цифры в марке перечисляются буквенные обозначения легирующих элементов, которые содержатся дополнительно.



Обозначение легирующих элементов в маркировке стали

После каждой такой буквы проставляется количественное содержание указанного элемента. Выражается это содержание в целых долях. После буквы, обозначающей элемент, может не стоять никакой цифры. Означает это то, что его содержание в стали не превышает 1,5%. Государственный стандарт 4543-71 регламентирует обозначение легирующих добавок, входящих в состав легированной стали: А — Азот, Б — Ниобий, В —Вольфрам, Г — Марганец, Д — Медь, К — Кобальт, М — Молибден, Н — Никель, П — Фосфор, Р — Бор, С — Кремний, Т — Титан, Ц — Цирконий, Ф — Ванадий, Х — Хром, Ю — Алюминий.

**Использование легированных сталей**

Сегодня сложно найти сферу жизни и деятельности, в которых бы не использовалась легированная сталь. Из инструментальных и конструкционных сталей производится практически любой инструмент: резцы, фрезы, штампы, измерительные устройства, шестерни, пружины, подвески, растяжки и многое другое. Нержавеющие легированные стали активно используются и в быту, из них изготавливают посуду, корпуса и другие элементы многих видов бытовой техники.

Легированные стали по причине их высокой стоимости используются только для производства самых ответственных конструкций и деталей, где изделия из других металлов просто не смогут выполнить возложенные на них задачи.