

ТЕМА 2. ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

2.3 Углеродистые стали.

По химическому составу различают **углеродистые** и **легированные** стали.

Углеродистые стали - это сплавы железа с углеродом, содержащие до 2,14 % углерода (С) при малом содержании других элементов. Они обладают высокой пластичностью и хорошо деформируются. Углерод сильно влияет на свойства стали даже при незначительном изменении его содержания.

Углеродистые стали можно классифицировать по нескольким параметрам:

- По качеству
- По способу раскисления (см. ниже)

По качеству

Стали обыкновенного качества

Изготавливаются по ГОСТ 380-71. Обозначают буквами Ст и условными номерами от 0 до 6, например: Ст 0, Ст 1, ..., Ст 6. Степень раскисления обозначают буквами сп (спокойная сталь), пс (полуспокойная), кп (кипящая), которые ставят в конце обозначения марки стали.

В зависимости от назначения различают три группы сталей обыкновенного качества: А, Б и В. В марках указывают только группы Б и В, группу А не указывают.

- Группа А поставляются только по механическим свойствам, химический состав сталей этой группы не регламентируется, он только указывается в сертификатах завода-изготовителя. Стали этой группы обычно используются в изделиях в состоянии поставки без обработки давлением и сварки. Чем больше цифра условного номера стали, тем выше ее прочность и меньше пластичность.

- Группа Б поставляется только с гарантируемым химическим составом. Чем больше цифра условного номера стали, тем выше содержание углерода. Эти стали в дальнейшем могут подвергаться деформации (ковке, штамповке и др.), а в отдельных случаях и термической обработке. При этом их первоначальная структура и механические свойства не сохраняются. Знание химического состава стали позволяет определить температурный режим горячей обработки давлением и термообработки.

- Группа В могут подвергаться сварке. Их поставляют с гарантированным химическим составом и гарантированными свойствами. Стали этой группы маркируются буквой В и цифрой, например — В СтЗпс. Эта сталь имеет механические свойства, соответствующие ее номеру по группе А, а химический состав — номеру по группе Б с коррекцией по способу раскисления.

Качественные углеродистые стали

Этот класс углеродистых сталей изготавливается по ГОСТ 1050—74. Качественные стали поставляют и по химическому составу, и по механическим свойствам. К ним предъявляются более жесткие требования по содержанию вредных примесей (серы не более 0,04 %, фосфора не более 0,035 %), неметаллических включений и газов, макро- и микроструктуры.

Качественные углеродистые стали маркируют двузначными цифрами 08, 10, 15, ..., 85, указывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента с указанием степени раскисленности (кп, пс).

Качественные стали делят на две группы: с обычным содержанием марганца (до 0,8 %) и с повышенным содержанием (до 1,2 %). При обозначении последних в конце марки ставится буква Г, например 60 Г. Марганец повышает прокаливаемость и прочностные свойства, но несколько снижает пластичность и вязкость стали.

При обозначении кипящей или полуспокойной стали в конце марки указывается степень раскисленности: кп, пс. В случае спокойной стали степень раскисленности не указывается.

По **содержанию углерода** качественные углеродистые стали подразделяются:

- низкоуглеродистые (до 0,25 % С),
- среднеуглеродистые (0,3—0,55 % С)
- высокоуглеродистые (0,6—0,85 % С).

Для изделий ответственного назначения применяют высококачественные стали с еще более низким содержанием серы и фосфора. Низкое содержание вредных примесей в высококачественных сталях дополнительно удорожает и усложняет их производство. Поэтому обычно высококачественными сталями бывают не углеродистые, а легированные стали. При обозначении высококачественных сталей в конце марки добавляется буква А, например сталь У10А.

Углеродистые стали, содержащие 0,7—1,3 % С, используют для изготовления ударного и режущего инструмента. Их маркируют У7, У13, где У означает углеродистую сталь, а цифра — содержание углерода в десятых долях процента.

По способу раскисления

Кипящие

Содержат до 0,05% кремния, раскисляются марганцем. Имеют резко выраженную химическую неоднородность в слитке. Их преимущества – высокий выход годного продукта (более 95%), хорошая способность к штамповке в холодном состоянии. Недостатки –повышенный порог хладноломкости и невозможность широкого использования для территорий с холодным климатом.

Полуспокойные

Содержат 0,05- 0,15% кремния, раскисляются марганцем и алюминием, выход годного продукта –90-95%.

Спокойные

Содержит 0,15-0,35% кремния, раскисляется кремнием, марганцем и алюминием. Выход годного – около 85%, однако, металл имеет более плотную структуры и однородный химический состав.

Углеродистые конструкционные стали

Большой объем производства углеродистых конструкционных сталей (около 80%) помимо экономических соображений определяется тем, что стали сочетают удовлетворительные механические свойства с высокой технологичностью. При одинаковом содержании углерода по обрабатываемости резанием и давлением они значительно превосходят

легированные стали. Однако углеродистым сталям свойственны определённые недостатки. Они имеют высокую критическую скорость закалки и характеризуются небольшой прокаливаемостью (до 15 мм). Их закалывают в воде, что вызывает значительные внутренние напряжения. Кроме того, углеродистые стали имеют невысокую стойкость против отпуска. Углеродистые стали выпускают обыкновенного качества, качественные, и высококачественные.

Стали обыкновенного качества

Стали обыкновенного качества (или рядовые) (ГОСТ 380-94) содержат до 0,5%С и выплавляются только углеродистыми в конвертерах (с применением кислорода) или в больших мартеновских печах, разливаются в крупные слитки (а также способом непрерывной разливки) и являются поэтому наиболее дешёвыми. По механическим свойствам они уступают сталям других классов. Стали обыкновенного качества выпускают в нормализованном состоянии и поставляются в виде сортового и фасонного проката, тонкого и толстого листа, поковок и кованных заготовок, лент, полос, проволоки, труб.

Сталь изготавливают следующих марок:

- группы **А** - Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6;
- группы **Б** - БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6;
- группы **В** - ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5.

Стали маркируются сочетанием букв «Ст» (означает сталь) и цифрой (от 0 до 6), обозначающей условный номер марки. Стали **групп Б и В** имеют перед маркой буквы **Б** и **В**, указывающие на их принадлежность к этим группам. **Группа А** в обозначении марки не указывается.

Степень раскисления обозначается добавлением индекса **о в** : в спокойных сталях - «сп», полуспокойных « П С » и кипящих - «кп». Спокойными и полуспокойными производят стали Ст1 - Ст6, кипящими - Ст1 - Ст4.

Полуспокойные стали с номерами марок 1-5 производятся с обычным и повышенным содержанием марганца.

Стали марок Ст0 и БСт0 предназначены для второстепенных элементов конструкций и неотчетственных деталей и по степени раскисления не разделяются. Углеродистые стали специального назначения имеют дополнительные индексы, например, стали для мостовых конструкций - **Ст3 мост**.

В зависимости от нормируемых показателей сталь каждой группы подразделяется на **категории**, определяющие те характеристики стали, которые испытываются для данной стали. Различают следующие **категории** в группах:

- группа **А** - 1, 2, 3;
- группа **Б** - 1, 2;
- группа **В** - 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Для обозначения категории стали к обозначению марки добавляют в конце **номер категории**. Первую категорию в обозначении марки не указывают. Для обозначения полуспокойной стали с повышенным содержанием марганца в марке после номера ставят букву **Г** (например **Ст3Гпс**).

Примеры расшифровки марок сталей:

Ст1кп2 - углеродистая сталь обыкновенного качества, кипящая, № марки 1, второй категории, поставляется потребителям по механическим свойствам (группа А);

БСтО - углеродистая сталь обыкновенного качества, номер марки 0, группы Б, первой категории (стали марок СтО и БСтО по степени раскисления не разделяют);

ВСт5Г - углеродистая сталь обыкновенного качества, с повышенным содержанием марганца, спокойная, номер марки 5, первой категории, с гарантированными механическими свойствами и химическим составом (группа В).

Стали группы А поставляются с гарантированными механическими свойствами, при этом их химический состав не гарантируется. Нормируемыми являются четыре показателя: *предел прочности при растяжении*, *а предел текучести от относительное удлинение δ и изгиб в холодном состоянии*.

Стали группы А используют в состоянии поставки для изделий, изготовление которых не сопровождается горячей обработкой (сваркой, ковкой и т.д.). В этом случае структура и механические свойства, которые сталь получила по выходе из прокатного цеха металлургического завода, сохраняются и у потребителя.

Сталь группы А изготавливают следующих марок: **СтО, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Стб**. По мере увеличения номера стали повышается содержание углерода, а также прочность и твёрдость, но снижается пластичность и ударная вязкость.

Стали группы Б изготавливают тех же марок, но перед маркой стали ставят букву **Б** (**БСтО, БСт1кп** и т.д.). Они поставляются с гарантированным химическим составом, при этом механические свойства не гарантируются. Заказывать сталь группы Б целесообразно, если сталь у потребителя будет подвергаться горячей обработке (ковке, штамповке термической обработке и т.д.), при которой исходные структура и механические свойства не сохраняются. В данном случае для потребителя основное значение приобретает состав стали, так как им определяется режим горячей обработки и конечные механические свойства стальных изделий.

Стали группы В изготавливают следующих марок: **ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5**. Если у потребителя сталь подвергается сварке, то в зоне теплового влияния сварного шва свойства металла изменяются и для потребителя важно знать химический состав стали, так как именно он будет определять свойства стали в этой зоне. Одновременно потребителю необходимо знать и исходные механические свойства металла, так как те части изделий, которые не подвергали тепловому воздействию сварного шва, сохраняют свои свойства. Поэтому стали группы В имеют гарантированные одновременно и механические свойства и химический состав. Механические свойства на растяжение каждой марки стали группы В соответствуют нормам для аналогичных марок стали группы А, а химический состав - нормам для тех же номеров марок группы Б.

Например, сталь **ВСт3сп** имеет механические свойства, аналогичные стали **Ст3сп**, а химический состав - одинаковый со сталью **БСт3**.

Стали всех трёх групп предназначаются для изготовления различных строительных конструкций, арматуры железобетонных конструкций и

слабонагруженных деталей машин и приборов. Низкоуглеродистые стали номеров 1-4 применяют для металлоконструкций, изготавливаемых сваркой и холодной деформацией, а также крепёжных, некоторых цементуемых и других деталей. Среднеуглеродистые стали номеров 5 и 6, обладающие большей прочностью, предназначаются для рельсов, железнодорожных колёс, а также валов, шкивов, шестерён и других деталей грузоподъёмных машин. Например, **ВСт2**- предназначена для неотчетственных деталей повышенной пластичности или глубокой вытяжки, малонагруженных элементов сварных конструкций, работающих при постоянной нагрузке и положительных температурах, **ВСт3** - для несущих и ненесущих элементов сварных и несварных конструкций и деталей работающих при положительных температурах, **ВСт4** - для сварных, клёпаных и болтовых конструкций повышенной прочности в виде сортового, фасонного и листового проката, а также для малонагруженных деталей типа валов, осей, втулок, **ВСт5** - для деталей клёпаных конструкций, болтов, гаек, втулок, штырей, стержней.

Качественные стали

Качественные стали (ГОСТ 1050-74) (таблица 3) содержат меньше вредных примесей и неметаллических включений, чем стали обыкновенного качества. Они поставляются в виде проката, поковок и других полуфабрикатов с гарантированным химическим составом и механическими свойствами. Маркируются двузначными цифрами **05, 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 50, 55, 60, 60Г, 65, 65Г, 70, 75, 85**, обозначающими среднее содержание углерода в сотых долях процента. Например, сталь **08** содержит в среднем 0,08% С, сталь 45 - 0,45% С.

Спокойные стали маркируют без индекса, полуспокойные и кипящие - с индексом «пс» и «кп». **Кипящие стали** производят марок **05кп, 08кп, Юкп, 15кп, 18кп, 20кп**; полуспокойные - **08пс, Юпс, 15пс, 20пс**.

Примеры расшифровки марок сталей:

08кп - сталь углеродистая качественная, кипящая, содержит 0,08 % углерода;

20пс - сталь углеродистая качественная, полуспокойная, содержит 0,20 % углерода;

60Г - сталь углеродистая качественная с повышенным содержанием марганца, спокойная, содержит 0,60 % углерода.

Стали изготовляют без термической обработки, термически обработанными, и нагартованными. Механические свойства гарантируются после нормализации, а также по требованию после закалки и отпуска, нагартовки, отжига или высокого отпуска. Низкоуглеродистые стали **05кп, 08кп, Юкп** отличаются высокой пластичностью в холодном состоянии. Поэтому их широко применяют для штамповки деталей кузова автомобиля и корпусов приборов сложного профиля. Низкоуглеродистые стали **15, 20, 25** пластичны, хорошо штампуются, свариваются. Их широко используют для сварных строительных конструкций в виде листов различной толщины и фасонных профилей. Среднеуглеродистые стали марок от **30** до **60** применяют для изготовления небольших валов, шатунов, зубчатых колёс и других деталей, испытывающих циклические нагрузки. Стали **65, 70, 75, 80, 85**, а также с повышенным содержанием марганца **60Г, 65Г, 70Г** преимущественно применяют для изготовления рессор, пружин и других деталей,

от которых требуются повышенные прочностные и упругие свойства, износостойкость.

Углеродистые инструментальные стали

Инструментальные стали (ГОСТ 1435-74) предназначены для изготовления режущего, измерительного инструмента и штампов холодного и горячего деформирования. В процессе эксплуатации все виды, инструмента, особенно металлорежущий и штампы, подвергаются истиранию, испытывают высокие давления, а также повышенные напряжения. Для обеспечения износостойкости инструментальные стали должны обладать высокой твёрдостью, прочностью при удовлетворительной вязкости.

Углеродистые стали поставляют с гарантией химического состава и твёрдости. Их производят качественными (У7, У8, У9, У10, У11, У12 и У13) и высококачественными (У7А, У8А, У9А, У10А, У11А, У12А и У13А). Буква «У» в марке показывает, что сталь углеродистая, а цифра - среднее содержание углерода в десятых долях процента.

Примеры расшифровки марок сталей:

У7 - углеродистая, инструментальная, качественная сталь, содержащая 0,7% углерода, спокойная (все инструментальные стали хорошо раскислены);

У10А - углеродистая, инструментальная, высококачественная сталь, спокойная, содержащая 1,0 % углерода;

У8Г - углеродистая, инструментальная, качественная с повышенным содержанием марганца, спокойная, содержащая 0,8 % углерода.

Стали У7-У9 подвергают полной, а стали У10-У13 неполной закалке. Стали У7, У8, У9 обеспечивающие более высокую вязкость, применяют для инструментов, подвергающихся ударам: деревообделочного, слесарного, кузнечного, а также для изготовления пуансонов и матриц. Стали У10, У11, У12 используют после низкого отпуска со структурой мартенсита и включениями карбидов, обеспечивающих повышенную износостойкость. Их применяют для инструментов с высокой твёрдостью на рабочих гранях (НЯС 62-64), режущего (напильники, пилы метчики, свёрлы, резцы), измерительного) и небольших штампов холодной высадки и вытяжки, работающих при невысоких нагрузках. Сталь У13 применяют для инструментов, требующих наиболее высокой твёрдости: шаберов, гравировального инструмента. Высококачественные стали имеют то же назначение, что и качественные, но из-за несколько лучшей вязкости их чаще используют для инструментов с более тонкой режущей кромкой. Недостатком углеродистых инструментальных сталей является чувствительность к перегреву и отсутствие *красностойкости, т.е. способности стали сохранять свою твёрдость в нагретом состоянии.* Инструмент из углеродистых сталей отпускается и теряет твёрдость при нагреве **свыше 200°С**. В связи с

этим он пригоден для обработки сравнительно мягких материалов и при небольших скоростях резания или деформирования.