

5.2

Нелегированные (углеродистые) стали

Нелегированные стали состоят из **железа, углерода** и незначительного количества **примесей**, которые могут быть как полезными, так и вредными. Химические элементы, входящие в состав сталей, оказывают влияние на их свойства. Увеличение содержания **углерода** приводит к повышению прочности, понижению пластичности, уменьшению ударной вязкости металла. **Марганец** и **кремний** раскисляют стали, т.е., соединяясь с кислородом, в виде окислов переходят в шлак, что улучшает свойства металла. **Сера, фосфор, азот, кислород** и **водород** оказывают на стали вредное влияние.

При нагревании стали выше температуры 800 °С сера вызывает появление надрывов и трещин. Это явление получило название **красноломкости**. Также включения серы снижают ударную вязкость, пластичность и предел выносливости металла.

Фосфор понижает пластичность и вязкость металла, вызывает появление трещин. Он

резко повышает переход сталей в хрупкое состояние, вызывая *хладноломкость*.

Азот, кислород и водород повышают порог хладноломкости, понижают сопротивление хрупкому разрушению и предел выносливости. Водород способствует появлению холодных трещин и образованию в сталях дефектов овальной или округлой формы — *флокенов*, которые резко ухудшают механические свойства.

Случайные примеси, такие как *хром, никель, медь* и др., попадают в сталь в процессе ее производства.

Углеродистые стали *обыкновенного качества* (ГОСТ 380—2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки») маркируются буквами Ст и цифрами от 0 до 6, показывающими условный номер марки в зависимости от химического состава. Буквой Г обозначают марганец, если его более 0,8 %. В конце марки указывается степень раскисления стали: кп — кипящая, пс — полуспокойная, сп — спокойная.



Раскисление — процесс удаления из жидкого металла кислорода с помощью элементов-раскислителей, обладающих способностью соединяться с кислородом.

Хорошими раскислителями являются **кремний** и **марганец**. Они соединяются с кислородом в сталях и всплывают в виде шлака. Продукты раскисления необходимо удалять до затвердевания слитка, так как они снижают качество сталей. Содержание кислорода при этом снижается на порядок. Раскисление может вестись несколькими способами:

- **осаждающее раскисление** — при помощи элементов, обладающих большим сродством к кислороду, чем железо (марганец, кремний, алюминий, силикомарганец, силико-кальций);
- **диффузионное раскисление** — снижение содержания кислорода за счет раскисления шлака с помощью углерода, кремния, алюминия, применяется только в дуговых печах, где нет горящих газов. Снижение количества окислов железа в шлаке усиливает диффузию кислорода из металла в шлак;
- **обработка расплава железа синтетическими шлаками** (оксидом алюминия и окисью кальция) позволяет снизить содержание кислорода и серы;
- **электрошлаковый переплав** снижает содержание серы и неметаллических включений при расплавлении стали в шлаковой ванне. Способ позволяет управлять структурой слитка;
- **вакуумное раскисление** основано на реакции обезуглероживания, так как в вакууме значительно возрастает раскислительная способность углерода.

Химический состав сталей указан в ГОСТ 380–2005. Например, *сталь Ст3сп* содержит 0,14 ... 0,22 % углерода; 0,40 ... 0,65 % марганца; 0,15 ... 0,30 % кремния; хрома, никеля и меди не более 0,30 % каждого; серы не более 0,05 %; фосфора не более 0,04 %. Прочность стали 380 ... 490 МПа. Сталь Ст3сп обозначается в соответствии с международными стандартами ИСО 630:1995 – E 235-C, ИСО 1052:1982 – Fe 360-C.

Согласно ГОСТ Р 54384–2011 (ЕН 10020:2000) «Сталь. Определение и классификация по химическому составу и классам качества» нелегированные стали делятся на *качественные* и *специальные*. К нелегированным относятся такие стали, у которых массовая доля любого химического элемента в процентах менее указанной ниже.

Бор, %	0,0008
Титан, цирконий, %	0,05
Ниобий, %	0,06
Молибден, %	0,08
Висмут, лантаноиды, селен, теллур, ванадий, %	0,10
Алюминий, кобальт, хром, никель, вольфрам, %	0,30
Медь, свинец, %	0,40
Кремний, %	0,50
Марганец, %	1,65

Качественные стали должны соответствовать общим установленным для них требованиям, например по вязкости, величине зерна и/или обработке давлением.

Специальные стали имеют ограничения по количеству неметаллических включений, минимуму ударной вязкости, верхнему пределу массовой доли фосфора и серы, электропроводности и др.

Нелегированные конструкционные качественные и специальные стали обозначаются двумя цифрами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента. Буква Г в марке стали показывает повышенное содержание марганца. В конце марки указывается степень раскисления (кп или пс). Без указания степени раскисления маркируется спокойная сталь. К качественным сталям относятся марки 08 ... 20кп, к специальным — 25 ... 60пп (для изготовления патентованной проволоки), а также 15Г ... 50Г2 (буква Г показывает содержание марганца в стали).

Химический состав и механические свойства нелегированных сталей приведены в ГОСТ 1050—2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия». Например, **сталь 08** содержит 0,05 ... 0,12 % углерода; 0,17 ... 0,37 % кремния; 0,35 ... 0,65 % марганца; не более 0,03 % фосфора; не более 0,035 % серы; не более 0,10 % хрома; не более 0,3 % никеля и меди. Прочность стали 320 Н/мм², твердость HB 131.

Инструментальные углеродистые стали твердые и прочные, применяются для изготовления инструментов, работающих при простых условиях резания. Они содержат более 0,7 % углерода и подразделяются на качественные и высококачественные. Инструментальные углеродистые стали маркируются буквой У и цифрой, показывающей массовую долю углерода в десятых долях процента. Буква Г указывает на повышенное содержание марганца. В конце марки высококачественной стали ставится буква А. Например, согласно ГОСТ 1435—99 «Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия» **сталь У8ГА** содержит 0,8 ... 0,9 % углерода; 0,33 ... 0,58 % марганца; 0,17 ... 0,33 % кремния и имеет пониженное содержание вредных примесей — 0,018 % серы и 0,025 % фосфора.

- Контрольные вопросы;
- Что такое вакуумное раскисление?
- На какие стали делятся легированные стали?
- Что обозначает буква Г в марки стали?