

# Сталь 09Г2С - Сталь конструкционная низколегированная

Наиболее часто прокат из **стали 09Г2С** применяется для создания различных строительных конструкций. Это стало возможно благодаря высокому уровню механической прочности элемента, что дает уникальную возможность создавать в совокупности с другими марками сталей значительно более тонкие элементы конструкции.

Еще одна положительная сторона использования именно этой марки стали – возможность эксплуатации готовых изделий при температуре, которая находится в диапазоне от -70 градусов Цельсия до +450 градусов Цельсия. Помимо всего прочего, стоит отметить также простоту свариваемости деталей, создаваемых из листового проката этого материала, что открывает уникальные возможности для создания сложнейших конструкций для различных отраслей современной промышленности. С помощью процедур по закалке и отпуску материал доводится до состояния, когда из него можно производить высококачественную арматуру. Стоит еще раз упомянуть о том факте, что материал выдерживает низкие температуры, благодаря чему трубопроводная арматура может использоваться в северных регионах без опаски возникновения повреждений.

## Применение стали 09Г2С

Данная марка стали очень часто применяется для создания конструкций сварного типа. Материал может свариваться двумя способами – без подогрева или же с предварительным разогревом материала до 120 градусов Цельсия. За счет того, что в составе данного типа стали очень мало углерода, процесс сваривания довольно прост, ведь материал не перегревается и не закаливается. Проще говоря, отсутствуют стандартные побочные эффекты, которые обычно проявляются сильным снижением уровня пластичности стали или размера зерна материала.

## Положительные стороны использования стали 09Г2С

Несомненным плюсом данного типа стали является отсутствие хрупкости материала, а также снижения уровня вязкости после температурного воздействия. Это свойство выделяет **сталь 09Г2С** среди других представителей данного класса с высоким содержанием различных

присадок ил углерода, которые из-за этого кардинально меняют свои свойства после термообработки, а также значительно более хуже поддаются свариванию.

После обработки данный тип стали приобретает двухфазную структуру, что гарантирует ей высокий уровень выносливости, а также устойчивость к разрушению, которая также повышается в три раза. Повышенный уровень пластичности материала дает разрешение на использование **стали 09Г2С** в листовой штамповке, когда необходимо получить деталь сложной конфигурации. В таких ситуациях **сталь 09Г2С** всегда в приоритете перед многочисленными высокопрочными сталями.

## Особенности сварки стали 09Г2С

Сварка данного типа стали может происходить с использованием любого типа электрода. Главное, чтобы он был изначально предназначен для сталей с низким уровнем углерода или сталей легированного типа. В случае обработки сваркой листов материала, толщина которых не превышает сорока миллиметров, то процесс может проходить без разделки кромок. Если же задействован многослойный вариант сваривания, то для **стали 09Г2С** лучше всего использовать каскадную сварку, которая предотвратит возможный перегрев выбранного места сварки. Для достижения наилучших результатов после сварки изделие необходимо разогреть до температуры +650 градусов Цельсия, продержав в таком режиме час, а затем охладить с помощью воды или холодного воздуха. Благодаря вышеупомянутой манипуляции, можно в разы повысить прочность сварочного соединения, устранив при этом зоны напряженности.

## Химический состав марки стали 09Г2С

C	Si	Mn	S	P	Ni	N	Cr	Cu	As	Fe
до 0,12	0,5 - 0,8	1,3 - 1,7	до 0,04	до 0,035	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,3	до 0,08	~96- 97

## Зарубежные аналоги стали 09Г2С

Германия	13Mn6, 9MnSi5
Япония	SB49

Китай	12Mn
Болгария	09G2S
Венгрия	VH2
Румыния	9SiMn16

## Механические свойства стали 09Г2С при температуре 20°C

Соответствие по ГОСТ	Вид поставки	Номинальное сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_B$ (МПа)	$\delta_5$ (%)
19281-73	Сортовой и фасонный прокат	до 10	345	490	21

## Ударная вязкость стали 09Г2С КСУ (Дж/см<sup>3</sup>) при низких температурах

Соответствие по ГОСТ	Вид поставки	Номинальное сечение, мм	КСУ при +20	КСУ при -40	КСУ при -40
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	-	

## Механические свойства стали 09Г2С при повышенных температурах

Температурные испытания, °С	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_B$ (МПа)	$\delta_5$ (%)	$\psi$ (%)
Нормализация 930-950 °С				
20	300	460	31	63
300	220	420	25	56
475	180	360	34	67

## Механические свойства стали 09Г2С в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0.2}$ (МПа)	$\sigma_B$ (МПа)	$\delta_5$ (%)	$\psi$ (%)
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

## Технологические свойства стали 09Г2С

Температураковки	Начало 1250, конец 850.
Свариваемость	Сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под флюсом и газовой защитой, ЭШС.
Обрабатываемость резанием	В нормализованном, отпущенном состоянии при $\sigma_B = 520$ МПа $K_{ч\text{тв.спл.}} = 1,6$ , $K_{ч\text{б.ст.}} = 1,0$ .
Склонность к отпускной способности	Не склонна
Флокеночувствительность	Не чувствительна

## Температура критических точек 09Г2С

Критическая точка	°С
Ac1	725
Ac3	860
Ar3	780
Ar1	625

## Предел выносливости стали 09Г2С

$s_{-1}$ , МПа	$s_B$ , МПа
----------------	-------------

235	475
-----	-----

## Предел текучести стали 09Г2С

Температура испытания, °С / s <sub>0,2</sub>			
250	300	350	400
225	195	175	155

## Физические свойства стали 09Г2С

Температура испытания, °С	20-100	20-200	20-300	20-400	20-500	20-600
Коэффициент линейного расширения (α, 10 <sup>-6</sup> 1/°С)	11.4	12.2	12.6	13.2	13.8	

## Расшифровка маркировки стали 09Г2С

Маркировка 09Г2С расшифровывается следующим образом:

09 – доля углерода составляет 0,09% (допустимый максимум – 0,12%);

Г2 – в сплаве присутствует до 2% марганца (типовое значение – 1,3-1,7%);

С – в состав входит кремний, но не более 1% (0,5-0,8%).

Поскольку на долю примесей суммарно приходится не более 2,5%, данный сплав относится к низколегированным металлам. При производстве особое внимание уделяется процентному содержанию углерода, повышенная концентрация которого может спровоцировать возникновение микротрещин в сварных швах, из-за чего резко снижается прочность всей конструкции.

## Основные свойства стали 09Г2С

К главным особенностям сплава 09Г2С относятся высокая прочность, сохранение механических характеристик в широком температурном диапазоне, а также возможность

влиять на свойства посредством термической обработки. Этим обусловлено применение данного материала практически во всех сферах промышленности и строительства. Из него изготавливаются строительные конструкции, оборудование для нефтехимии, детали машин, резервуары и трубы.

Еще одной отличительной особенностью сплава является хорошая свариваемость. Подготовленные для сварки участки не нуждаются в предварительной термической или химической обработке, а само сваривание можно проводить широкодоступным оборудованием (подойдут любые электроды, рассчитанные на работу с низколегированными металлами). Благодаря низкому содержанию углерода в сварном шве не образуется микротрещин и микропор, что делает соединения прочными и долговечными.

## Виды изделий из стали марки 09Г2С

Сталь 09Г2С – один из наиболее востребованных сплавов в современной промышленности. При невысокой себестоимости она сочетает в себе оптимальный набор эксплуатационных характеристик, благодаря чему находит применение в производстве широкой номенклатуры изделий, таких как:

- котлы для систем отопления;
- резервуары, способные эксплуатироваться при повышенных значениях температуры и давления;
- трубы для транспортировки жидкостей и газов;
- металлопрокат и фасонные изделия;
- листовая сталь широкого спектра применения.

Из стали марки 09Г2С выпускается обширный ассортимент листовой продукции, отличающейся толщиной, наличием постобработки поверхности и другими особенностями.

Металлопрокатные изделия помимо двутавров выпускаются в трех вариантах:

- квадрат со стороной от 63 до 200 мм;
- круг диаметром от 28 до 180 мм;
- полоса от 12х40 до 50х160 мм.

Кроме того, из стали данной марки изготавливается существенная часть фасонных изделий (швеллеры, уголки) для нужд современной промышленности.

## Основные характеристики

Главная причина востребованности рассматриваемой марки стали заключается в повышенной надежности изделий и строительных металлоконструкций, выполненных из нее. Данный сплав обеспечивает наилучшее сочетание прочности и простоты обработки, а

широкий температурный диапазон позволяет использовать изделия из него на нефтяных и газовых разработках, расположенных в регионах с суровым климатом.

Конструкции из стали марки 09Г2С сочетают в себе хорошие эксплуатационные характеристики с низкими затратами на монтаж и обслуживание.

К основным достоинствам данного сплава относятся:

- сохранение механических и эксплуатационных свойств в широком диапазоне температур (от -70 до + 475 °С), что позволяет использовать данную сталь на Крайнем Севере;
- высокая прочность и другие механические характеристики, делающие данный сплав оптимальным материалом для большинства ответственных конструкций (мосты, опоры, детали крупных машин);
- сталь хорошо поддается механической обработке, легко сваривается, благодаря чему является оптимальным выбором для быстрого возведения прочных металлических конструкций;
- детали, изготовленные из рассматриваемой стали, не нуждаются в отжиге, закалке и прочих видах термической обработки.

## Производство труб из стали 09Г2С

При производстве трубной продукции заготовки из низколегированного металла разогреваются до определенной температуры, после чего производится их нарезка на фрагменты необходимой размерности. Далее полученные болванки отправляются на прошивной стан, где при высокой температуре из них формируются толстостенные гильзы, предназначенные для дальнейшей обработки на раскатном стане.

Поступающая на раскатный стан заготовка имеет правильную форму и ровную поверхность без заусенцев, благодаря чему в процессе раскатки получается труба правильной формы, соответствующая заданным размерам. На последнем этапе раскатки производится калибровка труб и устранение торцевых неровностей, после чего изделия отправляются на правильный стан. В процессе правки овальное сечение приводится к идеальному кругу, а труба окончательно приобретает требуемые характеристики.

Точность формы и размеров обеспечивает ультразвуковой и электромагнитный контроль, которому подвергаются все изделия. Этот же этап позволяет выявить внутренние дефекты, несоответствие толщины стенок предъявляемым требованиям и другие проблемы. На протяжении всего процесса производства непрерывно контролируется плотность металла, которая должна соответствовать характерному для стали марки 09Г2С значению 7850 кг/м<sup>3</sup>.

## Области применения

Высокие показатели прочности, простота обработки и низкая себестоимость делают данный сплав оптимальным выбором для большинства сфер бытовой и промышленной деятельности. Ассортимент изготавливаемой из него продукции включает:

- резервуары, работающие с экстремальными значениями температуры и давления;
- системы отопления, водо- и газопроводные магистрали;
- мосты, опоры и другие нагруженные конструкции;
- объекты военного назначения;
- оборудование для нефтегазовой промышленности;
- машино- и судостроение;
- металлоконструкции, рассчитанные на работу в экстремальных условиях;
- хозяйственная техника.

## Аналоги в других странах

В ассортименте зарубежных производителей присутствуют низколегированные металлы с похожими характеристиками. Они обладают такими же физико-химическими свойствами и тоже легированы углеродом, марганцем и кремнием. Области применения также соответствуют тем, для которых применяется рассматриваемый сплав. Преимущественно это производство разнообразного проката, профильных изделий и труб для различных целей.

Основные аналоги сплава 09Г2С в разных странах:

09G2S (производится в Болгарии);

SB49 (в Японии);

13Mn6, 9MnSi5 (в Германии);

12Mn (в Китае);

VH2 (в Венгрии);

9SiMn16 (в Румынии).

Данные сплавы могут незначительно отличаться по химическому составу, но в функциональном и эксплуатационном смысле являются полноценной заменой стали 09Г2С. Благодаря аналогичным механическим и физическим характеристикам они без ограничений могут применяться в тех же отраслях.

## Заключение

Сталь 09Г2С – один из наиболее востребованных сплавов для производства резервуаров, металлоконструкций, деталей машин, инструментов, металлопроката, профильной и трубной продукции. Оптимальный состав обеспечивает металлическим изделиям высокую прочность и долговечность, в то же время сплав хорошо поддается нарезке, механической обработке и сварке.

Для сохранения всех свойств стали необходимо тщательно контролировать все этапы производственного цикла (как при получении самого сплава, так и при последующем изготовлении изделий и конструкций из него). Для сохранения характеристик стали необходимо, чтобы процентное содержание углерода не превышало 1,2%, иначе ухудшится качество самой стали и существенно снизится прочность сварных соединений. С учетом высоких требований, предъявляемых к изделиям из стали 09Г2С, такие ошибки недопустимы.