

# Применение стали 13ХФА и 09Г2С при низких температурах.

## Сравнение и анализ

*А. ОСКОЛКОВА – контент-менеджер ООО «ОНИКС»*

В условиях крайнего севера, надежность и долговечность эксплуатации трубопроводов зависит от качества металла труб и соединительных элементов. Таким образом, остро стоит вопрос в выборе качественной стали, которая показывает высокую прочность, имеет хорошую пластичность и свариваемость. Учитывают внешние и внутренние воздействия на трубопровод, такие как климатические особенности эксплуатации, температуру и агрессивность внутреннего потока среды. В рамках этой статьи рассмотрим и сравним сталь 09Г2С и 13ХФА.



### Свойства и химический состав сталей 09Г2С и 13ХФА

В компании ОНИКС мы проводим определение химического состава за счет фотоэлектрического спектрального анализа. Химический состав сталей приведен в табл. 1 и опирается на ГОСТ 19281-2014 и ГОСТ 4543-2016.

Стали 09Г2С и 13ХФА обладают близкими показателями технологичности, их применяют для строительства трубопроводной транспортировки материалов. Внутренняя среда может быть горячей или холодной водой, насыщенным и перегретым паром, химическими продуктами, газами различного агрегатного состояния и т.д.

Одним из самых востребованных видов черной стали является конструкционная низколегированная качественная **сталь 09Г2С**. Сталь нашла свое применение в северных регионах не случайно: диапазон рабочей температуры от  $-70^{\circ}\text{C}$  до  $+425^{\circ}\text{C}$ . Высокое содержание химических свойств достигают за счет легирования марганцем и кремнием. Марганец повышает прочность и пластичность, понижая хладноломкость. Кремний наделяет сталь более высоким запасом ударной вязкости. За счет низкого содержания углерода и легирующих элементов, сталь сваривается без ограничений и широко применяется в сварных конструкциях. Не деформируется при эксплуатации, обладает хорошей свариваемостью.

**Сталь 13ХФА** обладает хорошим сочетанием прочностных и пластических свойств. Среди ее преимуществ также высокие коррозионные свойства, особенно в условиях транспортировки нефтесодержащей среды высокой агрессивности. В качестве основных легирующих элементов используется хром и ванадий. Комплексное легирование хромом и ванадием благотворно влияет на сопротивление разрушению при минусовых температурах. Добавление хрома повышает способность стали к термическому упрочнению, усиливает стойкость к коррозии и окислению,

Таблица 1. Химический состав стали 09Г2С и 13ХФА

Марка стали	Массовая доля элемента, %									
	С	Si	Mn	Cr	V	Ni	Al	P	S	Cu
	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Ванадий	Никель	Алюминий	Фосфор	Сера	Медь
09Г2С	≤ 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	≤ 0,3	≤ 0,12	≤ 0,3	0,02-0,06	≤ 0,03	≤ 0,035	≤ 0,03
13ХФА	0,11-0,17	0,17-0,37	0,4-0,65	0,5-0,7	0,04-0,09	≤ 0,3	0,02-0,06	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,03

обеспечивает снижение порога хладноломкости чувствительности к концентраторам напряжений. Сталь 13ХФА прекрасно работает в системах поддержания пластового давления при температуре окружающей среды от -60°C до +40°C, температурой транспортируемых сред от +5°C до +40°C и рабочим давлением до 7,4 МПа.

## Сравнение

Повышенная долговечность достигается за счет механических свойств. Так, в работе Иоффе А. В. приводятся испытания рассматриваемых сталей на примере труб [1]. Обратимся к полученным результатам, они зафиксированы в табл. 2.

При отрицательной температуре показатель ударной вязкости для 13ХФА имеет более высокое значение. Если сравнивать данные по относительному удлинению, то мы увидим, что для 09Г2С значение будет выше, а для 13ХФА заметно понижение предела текучести и прочности, что и вызывает понижение  $\delta_s$ . В работе Лапикова С. О. [2] приводилось исследование возможности замены стали 09Г2С на 13ХФА. Рассмотрим их подробнее. Результаты механических испытаний приведены в табл. 3.

Давайте сравним показатели механических свойств. Можно заметить, что при одинаковых значениях предела прочности значение предела текучести для стали 09Г2С значительно ниже, чем для 13ХФА. Сразу бросается в глаза различие между результатами ударной вязкости KCV при температуре -60°C.



Показатель для стали 13ХФА будет практически в два раза выше, чем для 09Г2С, тогда как при U-образном концентраторе картина меняется на противоположную. Такие разрозненные значения не всегда находят объяснение даже после исследования микроструктуры. Значения ударной вязкости из табл. 3 представляют особый интерес для дополнительных исследований и анализа.

## Особенности эксплуатации различных типов фланцев по ГОСТ 33259-15 в условиях низких температур

Говоря о применимости рассматриваемых марок стали для фланцев нужно грамотно подобрать тип. ГОСТ 33259-15 разделяет фланцы на шесть типов, однако не все варианты применимы для северного климата. Например, фланцы стальные плоские свободные на отбортовке (тип 03), фланцы стальные плоские свободные на хомуте под приварку (тип 04) и фланцы стальные приварные встык или воротниковые (тип 11) эксплуатировать запрещено. Тогда как при низких температурах ниже -40°C запрещено использовать плоские фланцы (тип 01) и фланцы свободные на приварном кольце (тип 02).



Таблица 2. Механические свойства [1]

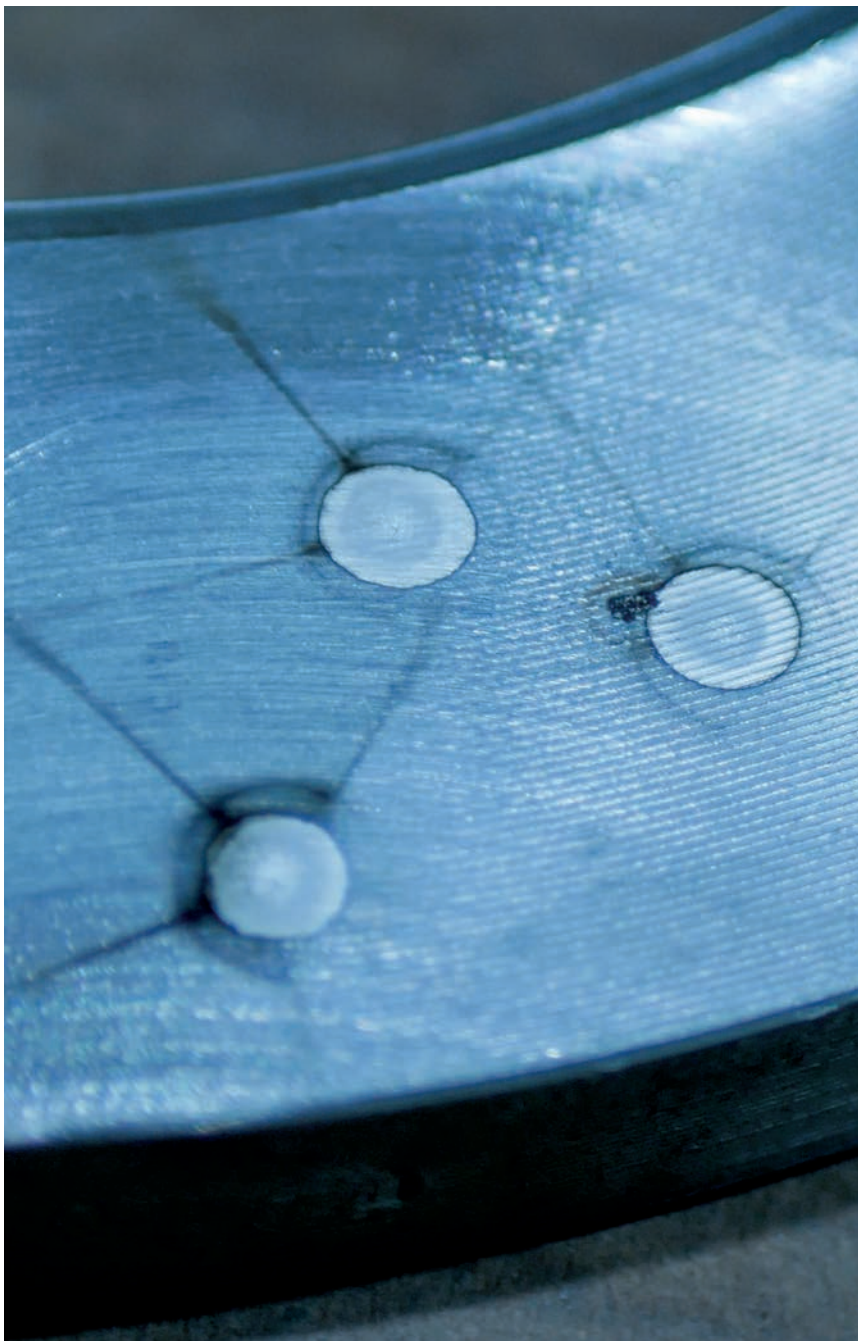
Марка стали	Сортамент, мм	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$ , МПа	Врем. сопр.разрыву $\sigma_B$ , МПа	Относит. удли. $\sigma_s$ , %	Удар. вязкость KCV-60°C, Дж/см <sup>2</sup>
09Г2С	159*8	340	460	32	81
13ХФА	530*8	415	520	27,5	223

Таблица 3. Механические свойства [2]

Марка стали	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$ , МПа	Врем. сопр.разрыву, $\sigma_B$ , МПа	Относит. удли. $\sigma_s$ , %	Относит. суж. $\psi$ , %	Удар. вязкость, KCV-60°C, Дж/см <sup>2</sup>	Удар. вязкость, KCV-60°C, Дж/см <sup>2</sup>
09Г2С	285	505	35,2	77,9	415	167
13ХФА	421	510	30,7	79,7	375	294







## ВЫВОД

На замену традиционно используемой марке стали 09Г2С, все чаще приходит 13ХФА. В общем случае 09Г2С при отрицательных температурах имеет выше значения по ударной вязкости и относительному удлинению. Трубопроводы из данной марки выдерживают высокие давления в условиях эксплуатации севера, а за счет своей неприхотливости при сварке она широко распространена на территории Российской Федерации. Трубы, изготовленные из 09Г2С, не всегда готовы к долговечной и безотказной службе. В случае транспортировки коррозионно-агрессивных сред часто развивается коррозия язвенного характера. В отдельных исследованиях отмечается значительно более низкая стойкость к водородному растрескиванию и сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением 09Г2С по сравнению с 13ХФА. Сохранение хладостойкости, высокий уровень механических свойств при низких температурах и высокая сопротивляемость развитию коррозии позволяют в ряде случаев использовать сталь 13ХФА взамен 09Г2С. Благодаря увеличению срока службы трубопровода при использовании 13ХФА нивелируется разница в стоимости между данными марками стали.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Иоффе А. В., Ревякин В. А. Особенности коррозионного разрушения нефтегазопроводных труб в условиях эксплуатации Коми и Западной Сибири // Вектор науки ТГУ. – 2010. – № 4(14). – С. 51–55.
2. Лапиков С. О. Повышение работоспособности и коррозионной стойкости запорной арматуры нефтегазопроводов на основе использования стали 13ХФА // Магистерская диссертация, Тольяттинский государственный университет, 2016.

## Экспертные видео от сотрудников ОНИКС в рубрике «Стальные нервы»

Сотрудники компании ОНИКС участвуют в съемках и выступают в роли ведущих на тематическом YouTube-канале компании с никнеймом @flanges. Одна из рубрик повествует про конструкционные материалы. Переходите по QR-коду, чтобы ознакомиться с видеоразбором сталей 09Г2С и 13ХФА.



09Г2С



13ХФА



ООО «ОНИКС»  
199004, Санкт-Петербург,  
Средний пр. В. О., д. 4, корп. Б  
тел. 8 800 555-38-83  
e-mail: info@onyxspb.ru  
<https://onyxspb.ru>