

УДК 669:62-03

ПРИМЕНЕНИЕ СТАЛИ F36W ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ РАБОТЫ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ

Власов Владимир Николаевич¹, старший преподаватель

e-mail: vn_vlasov@mail.ru

Бармин Илья Андреевич¹, магистрант

e-mail: iluha_barmin@mail.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье проведено сравнение марок сталей F32W, F36W и C345, используемых в регионах с низкими температурами. На основании метода иерархий выбрана оптимальная.

Ключевые слова: применение стали, отрицательные температуры, ударная вязкость, ответственные конструкции, метод иерархий.

THE USE OF F36W STEEL FOR THE MANUFACTURE OF CRITICAL STRUCTURES, TAKING INTO ACCOUNT WORK IN THE ARCTIC REGIONS

Vlasov Vladimir Nikolaevich¹, Senior Teacher

e-mail: vn_vlasov@mail.ru

Barmin Ilya Andreevich¹, Master's Degree Student

e-mail: iluha_barmin@mail.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article compares the grades of F32W, F36W and C345 steels used in regions with low temperatures. Based on the hierarchy method, the optimal one is selected.

Keywords: steel application, negative temperatures, impact strength, responsible structures, the hierarchy method.

Сегодня *сталь* является основным конструкционным материалом для изготовления, конструкций и элементов деталей машин. Помимо железа и углерода, сталь содержит как полезные, так и вредные примеси. Широкое применение стали обусловлено сложным сочетанием ее механических, физических, химических и технических свойств. Сталь сочетает в себе высокую жесткость с достаточной статической и циклической прочностью. Эти параметры можно варьировать в широких пределах, изменяя концентрацию углерода, легирующих элементов, а также методы термической и химико-термической обработки. Освоение Арктики как региона с особыми климатическими условиями постепенно набирает обороты, а вместе с этим возникает необходимость производства важных

металлоконструкций (судов, сооружений, зданий) из сталей, адаптированных к этому региону [1].

Рассмотрим и сравним три марки стали, которые подходят для арктического региона, чтобы определить наиболее подходящую: F32W, F36W и C345:

Таблица 1

Химический состав стали F32W ГОСТР 52927- 2008 [2]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Nb	Al	Cu
0,07-0,12	0,15-0,35	0,6-0,9	до 0,4	до 0,05	до 0,01	до 0,3	до 0,06	0,02-0,05	0,02-0,05	0,02-0,06	до 0,35

Таблица 2

Химический состав F36W ГОСТР 52927- 2008 [2]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Nb	Al	Cu
0,07-0,11	0,1-0,4	1,15-1,6	до 0,8	до 0,05	до 0,01	до 0,2	до 0,08	0,02-0,1	0,02-0,05	0,02-0,06	до 0,35

Каждый химический элемент в составе стали по-своему влияет на ее механические свойства, улучшая или ухудшая их.

Углерод является одним из важнейших элементов и обычно содержится в стали в виде соединения Fe₃C (карбид железа). При увеличении содержания углерода до 1,2 % твердость, прочность и упругость стали повышаются, в то время как вязкость и свариваемость снижаются. В то же время ухудшается обрабатываемость и свариваемость.

Кремний считается полезной примесью и вводится в качестве активного раскислителя. Как правило, он присутствует в стали в небольших количествах (до 0,4 %) и не оказывает заметного влияния на свойства стали. Однако если содержание кремния превышает 2 %, сталь становится хрупкой и разрушается при ковке [3].

Марганец присутствует в небольших количествах (0,3-0,8 %) в обычных углеродистых сталях и не оказывает серьезного влияния на их свойства. Марганец снижает вредное воздействие кислорода и серы, повышает твердость и прочность стали, улучшает ее обрабатываемость и прокаливаемость, но снижает ее устойчивость к ударным нагрузкам.

Таблица 3

Химический состав стали C345 ГОСТР 52927- 2008 [2]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,14 – 0,22	0,05 – 0,15	0,4 – 0,65	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Сера и фосфор являются вредными примесями. Сера и фосфор - вредные примеси, даже в небольших количествах отрицательно влияющие на механические свойства стали; сталь, содержащая более 0,045 % серы, будет красноломкой, то есть такой, которая растрескивается при ковке в нагретых условиях.

Ниобий повышает кислотостойкость стали и снижает коррозию сварных конструкций.

Хром повышает прочность, прокаливаемость, жаропрочность, обрабатываемость и износостойкость стали, но снижает вязкость и теплопроводность. Высокое содержание хрома (до 2 % в обычных и до 25 % в специальных марках стали) делает сталь нержавеющей и обеспечивает устойчивость к магнитным силам [4].

Молибден повышает прочностные свойства стали, улучшает ее твердость, красностойкость и коррозионную стойкость. Молибден повышает жаропрочность и улучшает несущую способность конструкций при ударных нагрузках и высоких температурах. Молибден активно окисляется и выгорает, затрудняя сварку.



Никель повышает вязкость, прочность и упругость, но несколько снижает теплопроводность стали. Никелевые стали пригодны дляковки. Стали с высоким содержанием никеля немагнитны, коррозионностойки, жаропрочны и имеют повышенный предел прочности при разрыве в холодном состоянии.

Ванадий делает сталь более мелкозернистой, повышает ее твердость и прочность. Он является отличным раскислителем и, таким образом, повышает плотность стали. Он снижает восприимчивость стали к перегреву и улучшает свариваемость.

Алюминий является активным раскислителем. Алюминий легирует сталь, гомогенизирует химический состав, предотвращает старение, улучшает обрабатываемость давлением, повышает твердость и прочность, улучшает стойкость к окислению при высоких температурах [5].

Таблица 4

Характеристики сталей F32W, F36W и C345

Мака стали	Предел текучести Б, МПа	Относительное удлинение δ , %	Твердость по Бринеллю НВ, МПа	Минимальная рабочая температура Т°С	Ударная вязкость КСУ, Дж/см ²	Стоимость, руб./ тон.
F32W	315	22	190	-60	32	96000
F36W	355	21	200	-60	35	98000
C345	345	21	131	-50	33	106000

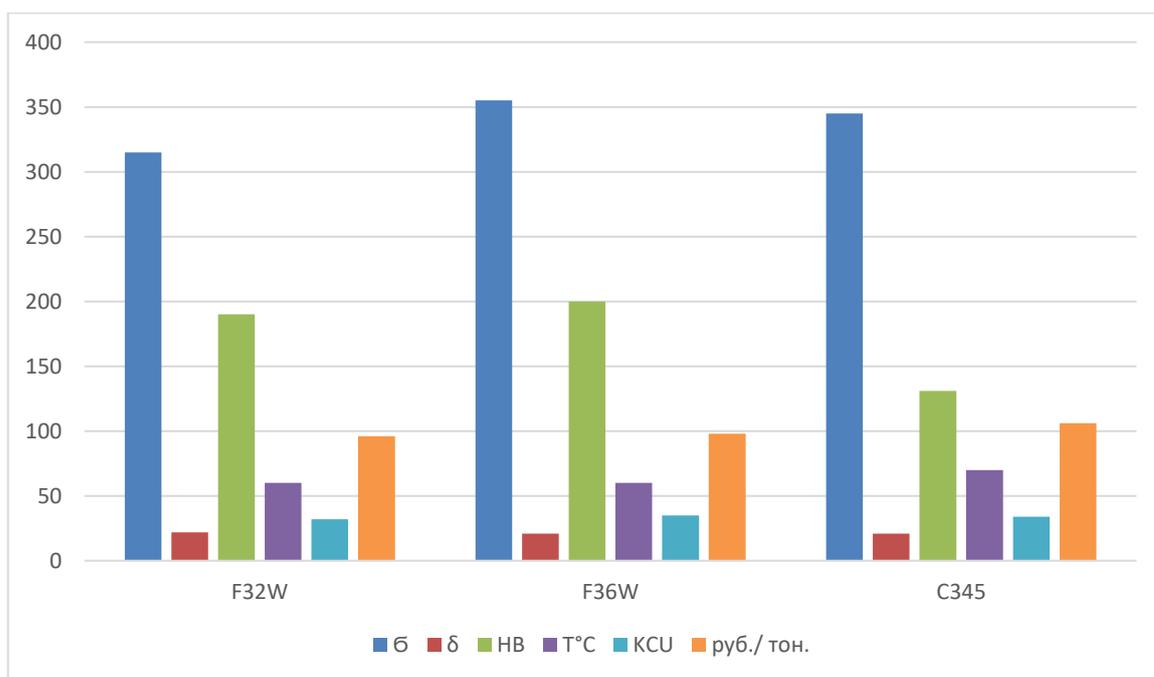


Рисунок 1 – Диаграмма сравнительных характеристик сталей F32W, F36W и C345

На основании проведенного анализа сталь, имеющая более высокие показатели ударной вязкости, предела текучести и твердости будет более предпочтительна, а данные характеристики являются показательными при работе в регионах с низкими температурами. Данные свойства достигается повышенным содержанием молибдена, вольфрама, никеля

Сравнительная характеристика механических характеристик

Марки сталей	Характеристики и значения их по методу иерархий Саати			
	б	δ	НВ	KCU
F32W	0,583	0,588	0,682	0,481
F36W	0,304	0,380	0,199	0,405
C345	0,111	0,115	0,116	0,115
Вес критериев	0,386	0,386	0,169	0,059

Изучив физические свойства и химический состав сравниваемых марок сталей и используя метод иерархий Саати, произведенный по основным механическим свойствам, можно сделать вывод, что при высоких отрицательных температурах сталь F36W должна обеспечить более лучшие эксплуатационные характеристики.

Список литературы:

1. Адашкин, А.М. *Материаловедение и технология материалов: учебное пособие* А.М. Адашкин, В.М. Зуев / А.М. Адашкин, В.М. Зуев. – М.: Форум, 2018. – 320 с.
2. ГОСТР 52927- 2008. Прокат для судостроения из стали нормальной, повышенной и высокой прочности. Технические условия: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2008-07-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 45 с.
3. Власов В.Н., Старцева А.А. Применение стали 40х в судостроении и изготовлении деталей судовых машин и механизмов и физические процессы, происходящие в ней при отрицательных температурах. // *Транспорт. Горизонты развития. 2022: Материалы международного научно-практического форума*. ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
4. Поздняков, В.А. *Физическое материаловедение наноструктурных материалов* / В.А. Поздняков. – М.: МГИУ, 2007. – 424 с.
5. *Марочник сталей и сплавов [Текст]* / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др ; Под общ. ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.

