

Изобретение относится к сплавам на основе железа и совершенствует состав стали, предназначенный, в частности, для высокопрочных труб нефтяного сортамента.

По отношению к заявляемой по химическому составу и достигаемому техническому результату наиболее близкой является сталь [1], содержащая следующие ингредиенты, мас. %:

Углерод	0,14 - 0,40
Марганец	0,40 - 1,60
Кремний	0,01 - 0,10
Хром	0,01 - 1,00
Никель	0,01 - 0,40
Медь	0,01 - 0,40
Алюминий	0,0005 - 0,05
Бор	0,0005 - 0,005
Азот	0,003 - 0,009
Мышьяк	0,001 - 0,15
Железо	Остальное

Эта экономнолегированная сталь обеспечивает требуемый уровень прочностных свойств в термоупрочненном состоянии изготовленных из нее труб. Однако эти трубы не приобретают высокой стойкости против эрозионно-кавитационного износа в условиях абразивных и химически агрессивных сред при повышенных температурах во время добычи нефти. Это является причиной снижения срока службы изделий из этой стали в нефтедобывающей промышленности.

В связи с этим задачей настоящего изобретения является разработка состава трубной стали, обеспечивающего изготовленным из нее трубам, работающим в условиях абразивных и химически агрессивных сред при повышенных температурах во время добычи нефти, высокую сопротивляемость эрозионно-кавитационному износу при достижении требуемых прочностных свойств в термически упрочненном состоянии.

Поставленная задача решается тем, что в сталь, содержащую железо, углерод, марганец, кремний, хром, никель, медь, алюминий, бор, азот и мышьяк согласно изобретению дополнительно введен ванадий при следующем содержании компонентов, мас. %:

Углерод	0,15 - 0,50
Марганец	0,80 - 2,00
Кремний	0,10 - 1,20
Хром	0,01 - 1,00
Никель	0,01 - 1,20
Медь	0,01 - 0,40
Алюминий	0,001 - 0,10
Бор	0,0005 - 0,005
Азот	0,003 - 0,015
Мышьяк	0,001 - 0,15
Ванадий	0,001 - 0,25
Железо	Остальное

Такой состав стали с добавкой ванадия в указанных соотношениях по массе способствует повышению дисперсности микроструктуры и дисперсному упрочнению ее составляющих, в связи с чем эта сталь приобретает повышенную износостойкость вообще и при работе изделий из нее в условиях абразивных и химически агрессивных сред при повышенных температурах в особенности.

Исследованиями установлено, что добавка в сталь ванадия менее 0,001% практически не сказывается на изменении износостойкости, а его ввод в количестве, превышающем 0,25%, не выгодно экономически, так как заметного дальнейшего роста износостойкости уже не наблюдается.

Выплавка данного состава стали для труб нефтяного сортамента не вносит каких-либо изменений в общеизвестные технологии производства легированных марок стали.

В промышленных условиях были выплавлены опытные партии трубной стали по прототипу и предложенному составу по средним значениям содержания каждого ингредиента, кроме ванадия, который вводили в пяти составах. Стойкость металла труб к износу оценивали по глубине эрозионно-кавитационных язв в процессе испытаний натуральных образцов в среде, имитирующей поток нефти с частицами горной породы при температуре 120°C и давлении 0,5 МПа.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таким образом, предложенный состав трубной стали решает поставленную задачу повышения сопротивляемости эрозионно-кавитационному износу труб, работающих в условиях абразивных и химически агрессивных сред при повышенных температурах, при обеспечении высоких прочностных свойств.

Таблица

Состав стали	Скорость износа, мм/год	σ_b , Н/мм ² , после термоупрочнения
Прототип	20-30	890
Заявляемый с содержанием ванадия:		
а) 0,0008	20-30	910
б) 0,001	17-18	950
в) 0,15	7-13	1070
г) 0,25	5-12	1100
д) 0,26	5-11	1080