



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 954497

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 16.07.79 (21) 2797061/22-02

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.08.82 Бюллетень № 32

Дата опубликования описания 30.08.82

(51) М. Кл.³

С 22 С 38/60

(53) УДК 669.14.
.018.292-194
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Е.Т.Долбенко, А.А.Астафьев, Г.С.Карк, В.А.Нечаев,
С.И.Марков, В.П.Савуков, В.В.Соболев, Ю.В.Соболев,
С.И.Ривкин, Н.И.Попов, В.В.Бобков и Э.Ю.Колпишон

(71) Заявители

Научно-производственное объединение по технологии
машиностроения ЦНИИТМАШ и Производственное объединение
"Ижорский завод" им. А.А.Жданова

(54) СТАЛЬ

Изобретение относится к металлургии, в частности к сталям, которые могут быть использованы в энергомашиностроении для изготовления сварных конструкций, работающих под давлением, например, парогенераторов и компенсаторов объема атомных энергоблоков, мощностью до 2 млн.кВт.

Известна сталь, применяемая для изготовления сосудов давления атомной энергоустановки В-1000, содержащая вес. %:

Углерод	0,08-0,11
Кремний	0,17-0,37
Марганец	0,6-1,4
Никель	1,7-2,7
Молибден	0,35-0,6
Ванадий	0,03-0,07
Алюминий	0,02-0,07
Азот	0,005-0,012
Железо	Остальное

Сталь может содержать примеси, вес. %: хрома до 0,3, меди до 0,2, серы до 0,02, фосфора до 0,018 [1].

Для получения требуемого уровня механических свойств в указанных крупногабаритных изделиях известная сталь подвергается обычно термической обра-

ботке, заключающейся в закалке в воду с последующим высоким отпускком. Однако при таких массивных изделиях, как элементы корпусов парогенераторов, компенсаторов объема и других сосудов давления с толщиной стенки 200-300 мм, указанная термическая обработка вследствие быстрого охлаждения в воде при закалке может привести к возникновению остаточных напряжений, развитию микротрещин и короблению. Поэтому оптимальной для таких изделий является термообработка, заключающаяся в нормализации с охлаждением на воздухе и последующим высоким отпускком. Такая обработка не приводит к трещинообразованию и короблению. Однако известная сталь позволяет получать требуемый высокий уровень механических свойств после такой термообработки только при концентрации никеля в ней, близкой к верхнему пределу марочного состава, поскольку при более низком содержании никеля прокаливаемость стали в сечениях 200-300 мм недостаточна для достижения требуемых свойств при небольших скоростях охлаждения, характерных для нормализации изделий такого сечения на воздухе. Недостатком указанной стали является то, что

повышение содержания никеля в них до уровня, близкого к верхнему пределу марочного состава, существенно повышает склонность к охрупчиванию изделий в процессе медленного охлаждения при дополнительных технологических (послесварочных, ремонтных) отпусках. Вследствие этого известная сталь с высоким содержанием никеля при проведении нормализации с высоким отпуском не обеспечивает сочетания высокого уровня механических свойств и стойкости к охрупчиванию при технологических отпусках. При концентрации никеля на нижнем пределе высокой стойкости к охрупчиванию соответствует недостаточный уровень механических свойств, получаемых после нормализации и высокого отпуска.

Цель изобретения - повышение стойкости стали к охрупчиванию в процессе технологических отпусков при обеспечении высокого уровня механических свойств после нормализации с высоким отпуском крупногабаритных элементов сосудов давления с толщиной стенки 200-300 мм.

Поставленная цель достигается тем, что сталь дополнительно содержит церий и сурьму при следующем соотношении компонентов, вес. %:

Углерод	0,08-0,14
Кремний	0,10-0,37
Марганец	0,8-1,4
Никель	2,3-2,7
Молибден	0,50-0,7
Ванадий	0,03-0,07
Алюминий	0,02-0,07
Азот	0,005-0,012
Фосфор	0,003-0,012
Церий	0,03-0,12
Сурьма	0,001-0,006
Железо	Остальное

При этом суммарное содержание сурьмы и фосфора связано с концентрацией марганца в стали соотношением

$$(Sb + P) < \frac{0,011}{Mn - 0,2}$$

Сталь может содержать примеси, вес. %:

Хром	До 0,2
Медь	До 0,2
Сера	До 0,015

Предлагаемая сталь дополнительно содержит церий в количестве (0,03-0,12) вес.%, что снижает ее склонность к охрупчиванию при технологических отпусках вследствие связывания церия в химические соединения, т.е. удаления из твердого раствора вредных примесей, сегрегация которых по границам зерен является непосредственной причиной охрупчивания, усиливающегося при высокой концентрации никеля.

Наличие сурьмы в количестве (0,001-0,006) вес.% в стали при верхнем пределе концентрации фосфора, не превышающем 0,012 вес.%, также способствует повышению стойкости стали к охрупчиванию при технологических отпусках.

В табл.1 приведен состав предлагаемой стали трех плавок. В табл.2 приведены свойства предлагаемой и известной сталей после однократной нормализации с высоким отпуском. Как видно из табл.2, предлагаемая сталь при одинаковом с известной сталью высоком уровне механических свойств обладает значительно меньшей склонностью к охрупчиванию в процессе медленного охлаждения после дополнительных отпусков. Так, критическая температура хрупкости известной стали повышается в результате охрупчивания, обусловленного охлаждением стали после дополнительного высокого отпуска со скоростью 10°C/ч, на 30-50°C, в то время как для предлагаемой стали величина ΔT_k составляет лишь 10-20°C. При скорости охлаждения 5°C/ч эта разница еще больше: ΔT_k составляет 40-70°C для известной стали и лишь 20-30°C для предлагаемой.

Применение предлагаемой стали для изготовления корпусов парогенераторов и компенсаторов объема только одной атомной энергоустановки мощностью 2 млн.кВт дает экономический эффект 0,5 млн.руб.

Т а б л и ц а 1

Состав	Содержание компонентов, вес. %												
	C	Mn	Si	Ni	Mo	V	Al	N	P	Ce	Sb	Sb+P	^{0,011} (Mn-0,2)
1	0,08	0,80	0,10	2,3	0,50	0,03	0,02	0,005	0,012	0,03	0,006	0,018	0,0183
2	0,10	1,13	0,28	2,5	0,63	0,06	0,04	0,009	0,010	0,08	0,002	0,012	0,0122
3	0,14	1,40	0,37	2,7	0,70	0,07	0,07	0,012	0,008	0,12	0,001	0,009	0,0092

Т а б л и ц а 2

Сталь	Сечение поковки, мм	Режим термической обработки	Температура испытания, °С	Механические свойства				Т к °С		ΔТ к °С после доп. выдержки при 650°С	
				σ _в , кгс/мм ²	σ _т , кгс/мм ²	ψ, %	α _к , %	Охлаждение	После отпуска		
1	300	Нормализация от 920+отпуск при 650°С	Предлагаемая 20	37,1	56,2	23,8	68,2	5,0	-20	20	10
				38,6	60,8	25,4	71,0	18,2	-25	25	15
2	300	То же	20	33,3	51,0	22,2	66,4	12,9			
				35,2	54,1	24,8	67,8	20,5			
3	300	Нормализация от 920° + от-пуск при 650°С	20	39,5	60,2	19,2	61,8	6,0	-25	25	15
				40,8	61,5	21,2	63,1	20,8	-30	30	20
3	300	Нормализация от 920° + от-пуск при 650°С	350	36,8	47,0	18,5	59,6	13,5			
				38,0	48,4	20,8	61,9	22,4			
3	300	Нормализация от 920° + от-пуск при 650°С	20	46,2	66,0	16,3	55,0	7,5	-30	25	15
				48,3	67,4	19,2	58,3	22,8	-35	30	20
3	300	Нормализация от 920° + от-пуск при 650°С	20	43,7	59,1	15,0	52,4	13,4			
				45,1	60,8	21,0	54,0	23,7			

Предлагаемая

Нормализация от 920+отпуск при 650°С

То же

Нормализация от 920° + от-пуск при 650°С

Известная

То же

То же

П р и м е ч а н и е : Для предлагаемой стали в числителе и знаменателе даны соответственно минимальное и максимальное значения свойств, определенных по результатам испытаний различных образцов данного состава. Для известной стали в числителе и знаменателе даны, соответственно, минимальное и максимальное значения свойств, определенных по результатам испытаний образцов с предельными концентрациями компонентов в пределах шарочного состава.

Формула изобретения

1. Сталь, содержащая углерод, кремний, марганец, никель, молибден, ванадий, алюминий, азот, фосфор и железо, отличающаяся тем, что с целью повышения стойкости к охрупчиванию в процессе технологических отпусков при сохранении уровня механических свойств крупногабаритных элементов сосудов давления с толщиной стенки 200-300 мм, она дополнительно содержит церий и сурьму, при следующем соотношении компонентов, вес. %:

Углерод	0,08-0,14
Кремний	0,10-0,37
Марганец	0,8-1,4
Никель	2,3-2,7

Молибден	0,5-0,7
Ванадий	0,03-0,07
Алюминий	0,02-0,07
Азот	0,005-0,012
Фосфор	0,003-0,012
Церий	0,03-0,12
Сурьма	0,001-0,006
Железо	Остальное

2. Сталь по п.1, отличающаяся тем, что суммарное содержание сурьмы и фосфора удовлетворяет соотношению

$$(Sb + P) \times \frac{0,011}{Mn - 0,2}$$

15 Источники информации, принятые во внимание при экспертизе.
1. Авторское свидетельство СССР № 554702, кл.С 22 С 38/12, 1978.

Составитель Л.Суязова

Редактор Е.Лушникова Техред И. Гайду

Корректор Г.Решетник

Заказ 6373/25

Тираж 660

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4