



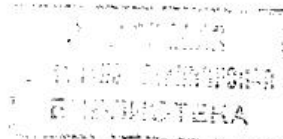
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1440948** **A1**

(51) 4 С 22 С 37/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 4177544/23-02
(22) 09.01.87
(46) 30.11.88. Бюл. № 44
(71) Украинский научно-исследовательский институт металлов
(72) Т.С.Скобло, Л.А.Малашенко, В.И.Караваева, Н.А.Будагьянц, А.А.Сирота, Ю.В.Дьяченко, В.П.Саушкин, В.С.Сапелкин, О.Д.Мальгин и В.Н.Гуров
(53) 669.15-196(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 375315, кл. С 22 С 37/00, 1970. Авторское свидетельство СССР № 1157113, кл. С 22 С 37/08, 1982.
(54) ЧУГУН ДЛЯ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ
(57) Изобретение относится к металлургии и может быть использовано при

производстве прокатных валков. Цель изобретения - повышение механических свойств, твердости на глубине вреза калибра, а также увеличение термостойкости. Новый чугун содержит, мас. %: С 2,8 - 3,5; Si 1,0 - 1,4; Mn 0,4 - 0,7; Cr 0,1 - 0,5; Ni 1,8 - 3,5; Mo 0,2 - 0,5; Cu 0,2 - 1,2; Ce 0,005 - 0,02; Mg 0,02 - 0,05; V 0,01 - 0,2; Ba 0,005 - 0,02; N 0,005 - 0,01 и Fe - остальное. Дополнительный ввод в состав чугуна V, Ba и N обеспечивает повышение предела прочности $\sigma_{ц}$ в 1,8 - 2,1 раза, ударной вязкости $d_{ц}$ в 1,4 - 1,7 раза, термостойкости в 2,4 - 2,9 раза, а также увеличение твердости на глубине вреза калибра в 1,07 - 1,21 раза. 2 табл.

(19) **SU** (11) **1440948** **A1**

Изобретение относится к металлургии, в частности к разработке составов чугуна для прокатных валков.

Цель изобретения — повышение механических свойств, твердости на губине вреза калибра, а также увеличение термостойкости.

Выбор граничных пределов компонентов в чугуне предложенного состава обусловлен следующим.

Дополнительное введение ванадия, бария и азота в заявляемый состав чугуна приводит к новым свойствам. Так, в частности, ванадий совместно с азотом способствует увеличению центров графитизации чугуна с такой степенью эвтектичности ($\delta_2 = 0,72 - 0,91$), которую обеспечивает заявляемое содержание основных элементов, а ванадий с никелем регулируют не только размер включений графита, но и первичных зерен аустенита. Совместное действие азота с церием приводит к снижению температуры эвтектического превращения, что способствует измельчению эвтектических зерен.

Введение бария в присутствии никеля повышает растворимость бария в чугуне, возрастает интенсивность взаимодействия с серой с образованием комплексных сульфидов, что оказывает рафинирующее воздействие на чугун.

Наличие церия и бария приводит к усилению графитизирующего и сфероидизирующего влияний последнего, так как церий, повышая адсорбцию водорода, создает условия для увеличения поверхностного натяжения на границе графит — расплав, приводит к переохлаждению, что и способствует сфероидизации графита. Сфероидизирующее влияние усиливается также совместным воздействием бария с магнием за счет повышения температуры диссоциации их интерметаллических соединений.

Выборное соотношение ванадия и азота в присутствии хрома, кремния, способствует формированию равномерно распределенных стабильных карбидов, обогащенных легирующими элементами.

При содержании углерода и кремния менее 2,8 и 1,0% соответственно в структуре отливок появляются грубые включения эвтектического карбида, располагающиеся по границам зерен, что снижает пластические характеристики и термическую выносливость, способст-

вует выкрашиванию рабочего слоя вала в процессе эксплуатации. Повышение содержания углерода более 3,5% приводит к флотации графита, что особенно характерно для массивных отливок, в результате чего будет иметь место неравномерное распределение твердости по сечению вала. Такой металл будет иметь пониженные значения пластичности и термической выносливости. Кроме того, повышение содержания кремния (>1,4%) вследствие его склонности к ликвации ухудшает прочностные характеристики.

Марганец, хром и молибден являются карбидообразующими элементами. Однако в заявляемом составе в результате воздействия графитообразующих элементов (кремния, никеля и меди) происходит обеднение аустенита углеродом, в результате чего марганец, хром и молибден в выбранных количествах идут в основном не на образование избыточной карбидной фазы, а на легирование, что обеспечивает повышение механических свойств чугуна и повышает стабильность карбидной фазы в условиях термоциклирования, которое имеет место при эксплуатации валков.

Установлено, что оптимальным содержанием марганца является 0,4 - 0,7%. Содержание марганца <0,4% может привести к появлению ферритной составляющей, снижению твердости и существенной неоднородной структуры, что способствует интенсивному износу при эксплуатации. Содержание марганца выше 0,7% приводит к снижению активности углерода и уменьшению числа зародышей графита, т.е. создает условия к формированию избыточного цементита и снижению пластичности.

Введение хрома в количестве менее 0,1% недостаточно для повышения прочности и твердости чугуна, а повышение его содержания более 0,5%, особенно в присутствии других карбидообразующих элементов (Mo, V), способствует формированию более грубой карбидной фазы, склонной к выкрашиванию при термоциклическом воздействии и высоких удельных давлениях.

Повышению прочностных свойств, твердости, термической выносливости и увеличению стабильности карбидной фазы способствует введение молибдена в количестве 0,2 - 0,5%. Необходимо-

ное действие молибдена заключается в измельчении включений графита и продуктов распада аустенита в промежуточной области, что является результатом переохлаждения сплавов в процессе кристаллизации по сравнению с равновесными температурами.

Введение молибдена в количестве менее 0,2% малоэффективно с точки зрения не только упрочняющего влияния на металлическую основу чугуна, но и увеличения стабильности карбидной фазы. С увеличением его содержания более 0,5% нарушается оптимальное соотношение графитизирующих и карбидообразующих элементов, что вызывает выделение эвтектических карбидов по границам зерен и снижение механических свойств чугуна. Кроме того, повышение содержания молибдена >0,5% удорожает стоимость чугуна и экономически нецелесообразно.

Никель и медь, уменьшая свободную энергию смеси аустенита и графита, способствуют повышению термодинамического потенциала для прямого выделения графита. Кроме того, введение никеля и меди обеспечивает формирование стабильной структуры в промежуточной области. Наличие никеля и меди в количествах менее 1,8 и 0,2% соответственно приводит к формированию в отливках структуры, которая состоит из грубых продуктов распада аустенита различной степени дисперсности и ледебуритной сетки, которая существенно охрупчивает материал, снижает уровень механических свойств, увеличивает анизотропию и уменьшает термическую выносливость. При этом спад твердости по сечению отливок возрастает до 30-35% на расстоянии 40 мм от поверхности, что не обеспечивает однородности по глубине калибра и приводит к неравномерному износу.

Наличие в чугуне никеля и меди в предлагаемых количествах повышает твердость, прочность, термическую выносливость за счет формирования металлической основы, состоящей из дисперсных продуктов распада аустенита и равномерно распределенных включений шаровидного графита. При увеличении содержания никеля более 3,5%, меди - более 1,2% в материале рабочего слоя таких валков появляются участки мартенсита, что приводит

к снижению прочности и термической выносливости чугуна. Кроме того, при таких содержаниях никеля и меди происходит ухудшение формы включений графита: они укрупняются и разветвляются, что также отрицательно сказывается на термической выносливости.

Для получения шаровидного графита чугуны модифицируют магнием и церием. В чугуне с 0,02 - 0,05% магния церий в количестве 0,005 - 0,02% является графитизирующим модификатором и рафинирует расплав. При содержании менее 0,02% магния и 0,005% церия происходит нарушение шаровидной формы графита и появляются пластинчатые выделения. Повышение содержания магния и церия выше граничных значений способствует повышению устойчивости структурно свободного цементита и ухудшает форму и характер распределения неметаллических включений, не оказывая положительного влияния на свойства чугуна.

Применение ванадия, бария и азота в количестве меньше заявляемого (0,01, 0,05 и 0,005 соответственно) недостаточно для улучшения свойств чугуна. Введение этих элементов в количестве, превышающем заявляемое (>0,2% V, 0,02% Ba, >0,01% N), ухудшает структуру - появляются грубые включения карбидов по границе зерен, увеличивается количество неметаллических включений, снижается ударная вязкость, прочность, термическая выносливость, что в целом отрицательно сказывается на эксплуатационной надежности прокатных валков.

Пример. Сплавы готовили путем выплавки в индукционной печи (200 кг) с кислой футеровкой. Шихта состояла из стального лома (55-60%), чушкового чугуна марки ЛК-2 (~38%), электродного боя (~1%). Для легирования чугуна использовали никель (НЗ), ферромарганец (FeMn-45), ферромolibден (ФМ-1), катодную медь, ферросилиций (ФС-45), феррованадий (ВД-2).

Модифицирование осуществляли никель-магниевой лигатурой (17% Mg), ферроцерием (45%) и ферросиликобарием (ФСб5Ba 4) в ковше. Чугун заливали в сухие земляные формы. Температура заливки составляла 1330-1340°C. Диаметр отливок - 150 мм, высота - 500 мм.

Химические составы известного и предложенного чугуна приведены в табл. 1.

Результаты проведенных испытаний полученных сплавов (значения механических свойств, термической выносливости, спад твердости, микроструктура и состав карбидной фазы) приведены в табл. 2.

Механические свойства отлитых чугунов определяли по стандартным методикам. Испытания на термическую выносливость проводили путем термоциклирования образцов с использованием индукционного нагрева до 600°C и спрейерного охлаждения водой до 20°C, что соответствует условиям эксплуатации валков горячей прокатки.

Как следует из данных табл. 1 и 2, дополнительное введение в состав чугуна ванадия, бария и азота обеспечивает повышение σ_u в 1,8 - 2,1 раза, a_4 в 1,4 - 1,7 раза, термостойкости в 2,4 - 2,9 раза, а также увеличение твердости на глубине вреза калибра в 1,07 - 1,21 раза.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Чугун для прокатных валков, содержащий углерод, кремний, марганец, хром, никель, молибден, медь, церий, магний и железо, отличающийся тем, что, с целью повышения механических свойств, твердости на глубине вреза калибра вала, а также увеличения термостойкости, он дополнительно содержит ванадий, барий и азот при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	2,8-3,5
Кремний	1,0-1,4
Марганец	0,4-0,7
Хром	0,1-0,5
Никель	1,8-3,5
Молибден	0,2-0,5
Медь	0,2-1,2
Церий	0,005-0,02
Магний	0,02-0,05
Ванадий	0,01-0,2
Барий	0,005-0,02
Азот	0,005-0,01
Железо	Остальное

Т а б л и ц а 1

Вариант	Химические составы известного и предложенного чугуна												
	Массовая доля элемента, %												
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Ce	Mg	V	Ba	N	Fe
Предложенный чугун													
1	2,80	1,0	0,4	0,1	1,80	0,20	0,2	0,005	0,02	0,01	0,005	0,005	ост.
2	3,20	1,2	0,6	0,3	3,0	0,40	0,95	0,01	0,03	0,1	0,012	0,007	"
3	3,50	1,4	0,7	0,5	3,5	0,5	1,2	0,02	0,05	0,2	0,02	0,01	"
Известный чугун													
	2,60	1,1	0,5	0,2	2,9	0,2	2,5	0,03	0,04	-	-	-	"

Сравнительный анализ свойств чугуна известного
и предложенного составов

Чугун	Механические свойства			Твердость на глубине вреза ка- либра 40 мм, НВ	Термичес- кая вынос- ливость, (количе- ство цик- лов до раз- рушения)
	Предел прочности при изгибе, σ, Н/мм ²	Ударная вязкость КС, Дж/см ²	Твердость поверхности валка, НВ		
Предло- женный					
Вари- анты:					
1	950	9,8	388	350	1950
2	900	10,7	402	368	2350
3	850	8,9	436	394	2050
Изве- стный (прото- тип)	450	6,3	500	325,0	800

Редактор А.Маковская

Составитель Н.Косторной
Техред М.Дидык

Корректор М.Пожо

Заказ 6145/30

Тираж 595

Подписное

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

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4