



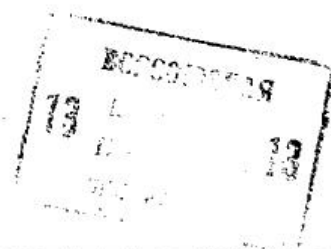
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1214769** **A**

(51) 4 C 21 D 5/04

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3761041/22-02
(22) 29.06.84
(46) 28.02.86. Бюл. № 8
(71) Украинский ордена Трудового
Красного Знамени научно-исследо-
вательский институт металлов
(72) Е.Н. Вишнякова, Т.С. Скобло,
Н.М. Воронцов, Н.М. Можарова,
Р.Д. Бондин и Б.Г. Соляников
(53) 621.785.79(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1006508, кл. С 21 D 5/04, 1981.
Авторское свидетельство СССР
№ 901302, кл. С 21 D 1/78, 1980.
(54)(57) 1. СПОСОБ ОБРАБОТКИ ВЫСОКО-
ЛЕГИРОВАННОГО ЧУГУНА, включающий
аустенизацию, охлаждение, механичес-

кую обработку, отпуск, о т л и -
ч а ю щ и й с я тем, что, с целью
улучшения обрабатываемости, сокра-
щения длительности обработки и по-
вышения износостойкости, аустени-
зацию проводят при 1160-1190°С, а
отпуск ведут при 540-560°С.

2. Способ по п. 1, о т л и -
ч а ю щ и й с я тем, что при обра-
ботке чугуна с содержанием хрома
более 12% охлаждение после аусте-
низации проводят на воздухе.

3. Способ по п. 1, о т л и ч а ю -
щ и й с я тем, что при обработке
чугуна с содержанием хрома до 12%
охлаждение после аустенизации про-
водят в струе сжатого воздуха.

(19) **SU** (11) **1214769** **A**

Изобретение относится к металлургии и машиностроительной промышленности, в частности к термической обработке изделий из высокоуглеродистых сплавов прокатных валков, элементов профилегбочных агрегатов, валковой арматуры.

Целью изобретения является улучшение обрабатываемости, сокращение длительности обработки и повышение износостойкости.

Высокая температура аустенитизации $1160-1190^{\circ}\text{C}$, что ниже температуры солидуса на $70-100^{\circ}\text{C}$, при предварительной термообработке связана с наличием большого количества карбидообразующих элементов. Наличие труднорастворимых карбидообразующих элементов во вторичных карбидах M_7C_3 значительно задерживает их растворение, что приводит к необходимости доведения сплава до температуры $1160-1190^{\circ}\text{C}$ для получения аустенитной структуры.

Аустенитизация от температуры $1160-1190^{\circ}\text{C}$ с последующим охлаждением на воздухе обеспечивает получение аустенитной структуры, что связано с переходом карбидов в твердый раствор. Конечная структура: аустенит и эвтектические карбиды, количество которых не изменяется в процессе термической обработки. Охлаждение должно быть непрерывным, так как изотермические выдержки в интервале превращения аустенита в чугуне в процессе охлаждения приводят к выделению вторичных карбидов. Выделение карбидов, в свою очередь, уменьшает количество углерода в аустените, делает его метастабильным, распадающимся на бейнит и мартенсит. При этом с увеличением количества карбидов снижается содержание остаточного аустенита.

Полученная аустенитная структура характеризуется невысокой твердостью (порядка $220-260\text{ HB}$) и изделия подвергаются предварительной механической обработке, при этом время, затрачиваемое на их обработку, не превышает времени затрачиваемого на обработку изделий из низколегированного чугуна.

Последующий высокий отпуск в интервале $540-560^{\circ}\text{C}$ приводит к значительному повышению твердости аустенита за счет его легирования, что связано с процессом вторичного твер-

дения сплава за счет перехода карбидов железа в сложные легированные карбиды, образующиеся при распаде пересыщенного твердого раствора и располагающиеся вокруг эвтектических карбидов, а также растворения ранее образовавшихся карбидов цементитного типа.

Для чугунов, содержащих до 12% хрома, в процессе предварительной термообработки производят ускоренное охлаждение в струе сжатого воздуха, что связано с более низкой прокаливаемостью этой группы чугунов и повышенной стойкостью к трещинообразованию.

Аустенитизация при температуре ниже 1160°C не приводит к образованию чисто аустенитной структуры из-за наличия легирующих элементов во вторичных карбидах, задерживающих их растворение, в то же время аустенитизация с температуры выше 1900°C приводит к перегреву сплава, что вызывает увеличение величины аустенитного зерна и охрупчивание его границ.

Проведение окончательной термообработки (отпуска) при температуре ниже 540°C не приводит к повышению твердости, так как аустенит остается стабильным до температуры 540°C , начиная с которой аустенит подвергается диффузионному процессу, в результате которого вокруг эвтектических карбидов появляются весьма мелкозернистые сочетания железо - карбиды железа, превращающиеся в сложные переходные карбиды.

При температуре выше 560°C также не наблюдается эффекта вторичного твердения аустенита, так как карбиды M_7C_3 принимают сферическую форму, ведущую к быстрому падению твердости.

Аустенитизация высоколегированных чугунов с содержанием хрома до 12% с последующим охлаждением их в резкой среде - в воде или в масле приводит к образованию в них закалочных трещин, что связано с низкой теплопроводностью и пластичностью этих чугунов. Охлаждение после аустенитизации на спокойном воздухе приводит к некоторому понижению твердости по сечению рабочего слоя из-за пониженной прокаливаемости чугунов с указанным содержанием хрома.

Пример. Обработку по предлагаемому способу проводили на валках из высоколегированного чугуна диаметром 330 мм следующего состава, вес. %: С 3,0; Si 0,6; Mn 0,8; Cr 15; Ti 0,5; Mo 0,4; Al 0,5; Cu 1,2 остальное Fe.

Предварительную термическую обработку проводили следующим образом. Отливки нагревали со скоростью 100°C/ч до температуры полного перевода чугуна в аустенитное состояние - 1180°C (для чугуна данного состава с выдержкой при этой температуре в течение 5 ч), далее охлаждали на воздухе. Затем проводили механическую обработку. Нагрев отливок для окончательной термообработки (высокого отпуска) приводили со скоростью 100°C/час до температуры 540°C, с выдержкой при этой температуре в течение 3 ч и с последующим охлаждением на воздухе до комнатной температуры.

Термообработке с ускоренным охлаждением в струе сжатого воздуха после аустенитизации подвергались отливки ϕ 330 мм из чугуна следующего состава, вес. %: С 2,8; Si 0,6; Mn 0,5; Cr 11; Ti 0,3; Mo 0,5; Al 0,6, со временем выдержки при аустенитизации и отпуске такими же, как и в сплавах с содержанием хрома свыше 12%.

Кроме того, проводили термическую обработку по способу-прототипу на валках из высокохромистого чугуна диаметром 330 мм следующего состава, вес. %: С 3,0; Si 0,6; Mn 0,8; Cr 15; Ti 0,5; Mo 0,4; Al 0,5; Cu 1,2, остальное Fe.

Обработка включала термоциклирование, механическую обработку и термоупрочнение - закалка с отпуском.

Термоциклирование проводили следующим образом. Нагревали отливки до 1130°C в соляной ванне (с температурой 1260°C) в течение 6 ч, ускоренно охлаждали на медной плите с обдувом сжатым воздухом до 450°C в течение 3,5 ч, выдерживали при этой температуре в течение 3,8 ч и повторно нагревали (2 ч до 1130°C).

На каждом последующем цикле нагрева время выдержки при 450°C уменьшалось (3,6, 3,4, 3,2, 3,0). С температуры последнего нагрева заготовки переносили в соляную ванну с

температурой 700°C и выдерживали в ней в течение 8 ч. Окончательно охлаждали на воздухе.

После механической обработки проводили окончательную термообработку, заключающуюся в закалке и отпуске: нагревали до 950°C со скоростью 100-150°C/ч, выдерживали в течение 5 ч, охлаждали на воздухе с последующим высоким отпуском, который включал нагрев до 500°C, выдержку 3 ч и охлаждение на воздухе.

Общее время термообработки составило 86,5 ч.

Обработке с ускоренным охлаждением в струе сжатого воздуха после закалки подвергались отливки диаметром 330 мм из чугуна следующего состава, вес. %: С 2,8; Si 0,6; Mn 0,5; Cr 11; Ti 0,3; Mo 0,5; Al 0,6; остальное Fe. При этом общая длительность обработки составила 85,3 ч.

Граничные и оптимальные значения предлагаемых режимных параметров и механические характеристики легированного чугуна, обработанного по предложенному и известному способам, представлены в таблице.

Испытания сравнительной износостойкости проводили на машине МИ на дисковых образцах диаметром 40 мм и толщиной 10 мм. Удельное давление составляло 50 кг/мм², проскальзывание 0,27 м/с, охлаждение образцов производилось водой, время испытания 2,5 ч, относительный износ рассчитывали как отношение из разности конечного и начального весов образцов к начальному весу образцов, вырезанных из центральной зоны.

Обработываемость высоколегированного сплава оценивали методом сверления темплетов толщиной 20 мм после предварительной термообработки - после аустенитизации по предлагаемому способу и после отжига по известному способу. Для стандартных сверл осевое усилие при сверлении определяли по формуле

$$F_{ос} = 0,195 \text{ НВ} \cdot f^{0,8} D + 90,0 \cdot 0,022 \text{ НВ} \cdot D^2,$$

где НВ - твердость стали по Бринеллю;

f - подача, мм/об.

D - диаметр сверла, мм.

При обеспечении постоянства осевого усилия, диаметра и материала

ла сверла, числа оборотов шпинделя подача на оборот (f) является критерием обрабатываемости материала. При сверлении каждого темплета использовали новые сверла диаметром 10 мм из стали P6M5K5. Сверление производили без охлаждения инструмента, фиксировали время прохода сверла через темплет и рассчитывали подачу на оборот. Каждый темплет сверлили не менее пяти раз.

Ускоренное охлаждение чугуна с более низким содержанием хрома (до 12%) обеспечивает практически одинаковый уровень эксплуатационных свойств с высоколегированными чугунами.

В результате использования предложенного способа обработки полученные отливки характеризовались твердостью после предварительной термообработки 269-302HB, после окончательной термообработки 88-91HSD, износом 0,0035-0,0043%, подачей шпинделя на оборот $8,3 \cdot 10^2 - 9,8 \cdot 10^2$ мм

Предложенный способ в сравнении с прототипом обладает следующими преимуществами: твердость после предварительной термообработки снизилась, обрабатываемость улучшилась, продолжительность обработки сократилась, срок службы валков увеличился, износ снизился.

Образец	Режим термообработки		Способ охлаждения	Общая прочность	Твердость после предварительной обработки, HB	Обрабатываемость после предварительной термообработки, мм/об	Твердость после окончательной термообработки, HSD	Износ, %
	Предварительная термообработка, температура аустенитизации, °C	Окончательная термообработка, отпуск, °C						

Предлагаемый способ

1	1150	530	Охлаждение	25	311	$8,0 \cdot 10^2$	84	0,006
2	1160	540	на спокойном	"	293	$9,4 \cdot 10^2$	88	0,0040
3	1170	550	воздухе	"	286	$9,8 \cdot 10^2$	90	0,0035
4	1180	550		"	269	$9,2 \cdot 10^2$	91	0,0043
5	1190	560		"	277	$9,3 \cdot 10^2$	91	0,0042
6	1200	570		"	302	$7,6 \cdot 10^2$	91	0,0055
7	1150	530	Охлаждение в	23	321	$7,4 \cdot 10^2$	85	0,0062
8	1160	540	струе	"	311	$8,3 \cdot 10^2$	91	0,0040
9	1170	550	сжатого	"	302	$8,8 \cdot 10^2$	92	0,0037
10	1180	550	воздуха	"	302	$8,7 \cdot 10^2$	90	0,0042
11	1190	560		"	311	$8,6 \cdot 10^2$	90	0,0041

Продолжение таблицы

Образец	Режим термообработки		Способ охлаждения	Общая прочность	Твердость предварительной обработки, HB	Обрабатываемость после предварительной термообработки, мм/об	Твердость после окончательной термообработки, HSD	Износ, %
	Предварительная термообработка, температура аустенитизации, °C	Окончательная термообработка, отпуск, °C						
12	1200	570	—	—	321	$7,2 \cdot 10^2$	87	0,006
Известный способ								
13	Термоциклирование 1130,450 / 1130,450	Термоупрочнение 950,500	Охлаждение на спокойном воздухе	86,5	340	$5,1 \cdot 10^2$	80	0,0072
14	—	—	Охлаждение в струе сжатого воздуха	85,3	351	$5,3 \cdot 10^2$	85	0,0068

Примечание. В таблице приведены средние значения испытания 4-6-ти образцов. Образцы 1-6 и 13 содержат 15% хрома, а образцы 7-12 и 14 - 11% хрома.

Составитель И. Лингарт
 Редактор Л. Повхан Техред Т. Тулик Корректор С. Черни

Заказ 859/39 Тираж 552 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

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