



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО СССР  
(ГОСПАТЕНТ СССР)

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4876030/02  
(22) 19.10.90  
(46) 15.01.93. Бюл. № 2  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) А.И.Сарока, С.Н.Леках, Н.И.Бестужев, М.А.Геллер и М.С.Желудкевич  
(56) Захарченко Э.В. и др. Отливки из чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом. Киев, Наукова думка, 1986, с.166.

2

(54) СПОСОБ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ЗАКАЛКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

(57) Сущность изобретения: после нагрева и выдержки при 860 – 920°C в течение 0,5 – 3 ч изделий из высокопрочного чугуна толщиной до 30 мм их охлаждают со скоростью 15 – 80°C/с до 300 – 360°C путем циклической подачи водовоздушной смеси с частотой 0,1 – 10 Гц. При этой температуре изделия подвергают изотермической выдержке в течение 1,0 – 4 ч и окончательно охлаждают. 2 табл.

Изобретение относится к машиностроению, а именно к разработке методов упрочнения литых деталей из сплавов на основе железа и может быть использовано для изготовления тяжело нагруженных отливок машиностроительного профиля.

Целью изобретения является улучшение механических свойств за счет увеличения глубины бейнитного слоя.

Нагрев литых деталей до 860 – 920°C и выдержка 0,5 – 3 ч обеспечивает аустенизацию металлической матрицы чугунных литых деталей с толщиной стенки 5 – 30 мм (характерно для машиностроительных отливок). Меньшие параметры термовременной обработки не позволяют получить аустенитную матрицу с предельным насыщением ее углеродом. Превышение верхнего предела приводит к росту эвтектического зерна, что снижает механические свойства чугунов.

Охлаждение до температуры 300 – 360°C и выдержка 0,5 – 4 ч обеспечивает в полной мере прохождение изотермического превращения. Превышение верхнего предела выдержки более 6 ч не дает приращения в свойствах и приводит к увеличению энер-

гопотребления и коррозии поверхности изделий. Менее 0,5 ч не позволяет осуществить бейнитное превращение. При температуре менее 300°C резко возрастает твердость и снижается пластичность при температуре 360°C, идет перлитное превращение, при этом не обеспечивается высокая прочность.

Скорость охлаждения отливок с температуры аустенизации до температуры изотермической закалки в пределах 15 – 80°C/с обеспечивает оптимальную структуру и свойства изотермически закаленного чугуна. Более низкая скорость охлаждения не гарантирует исключения возможности перлитного превращения в толстостенных отливках. Превышение верхнего предела скорости охлаждения может привести к образованию закалочных трещин, ухудшению качества поверхности изделия.

Существенным отличием заявляемого способа является то, что охлаждение с регулируемой интенсивностью 15 – 80°C/с осуществляется путем циклического воздействия управляемой водовоздушной смесью с определенной частотой. Частота менее 10 Гц

обеспечивает требуемое приближение реальной температуры поверхности изделия к заданной в каждый момент времени. При частоте менее 0,1 Гц происходят большие пульсации температуры поверхности, особенно при высоких заданных скоростях охлаждения (50 – 80°C). При этом возможна закалка поверхностных слоев на мартенсит. Частота более 10 Гц не дает повышения стабильности реальной скорости охлаждения и трудно реализуема ввиду инерционности системы подачи воздушной смеси.

Указанные режимы позволяют одновременно повысить прокаливаемость изделий из чугуна за счет высокой интенсивности охлаждения в строго заданном интервале температур по сравнению с прототипом. Во-первых реализуется управляемый режим испарительного охлаждения, характеризующийся высоким коэффициентом теплоотдачи. Во-вторых, обеспечивается постоянная во всем интервале скорость охлаждения. В то же время как при закалке в солях, вначале скорость охлаждения большая, а по мере приближения температуры поверхности к температуре ванны (на 150 – 50°C) она резко снижается. Этот эффект сильно сказывается на глубине прокаленного слоя. Так как известно, что при температуре на 50 – 150°C выше чем температура бейнитного превращения идет интенсивное образование структур перлитного класса. По этой причине в традиционных способах получения бейнитного ВЧШГ отливки с толщиной стенки более 5 – 10 мм легируют до 1,0 – 1,5% никеля и до 0,5% молибдена. В заявляемом способе этого не требуется.

Пример. Предлагаемый способ получения бейнитного ВЧШГ реализован следующим образом. Цилиндрические образцы из чугуна с шаровидным графитом диаметром 25 мм и длиной 50 мм нагревали в шахматной печи до температуры 900°C, выдерживали 2 ч, после чего охлаждают водовоздушной смесью в торец из пневмофорсунки до температуры 330°C (температура расплава аустенита). При достижении температуры поверхности образца, измеряемой термопарой, заданным значениям с помощью системы управляемого охлаждения его поддерживают на заданном уровне до тех пор, пока разогретые внутренние

слои металла обеспечивают приток тепла к поверхности.

Система управления построена на базе крейта "КА-МАК" с набором модулей для усиления и преобразования входных сигналов с термопары зачеканенной в образец. Программа поддержания заданной температуры вводится в персональный компьютер, в котором происходит сравнение текущей температуры образца с заданной по программе. В зависимости от знака несогласования через устройство управления включается или отключается подача водовоздушной смеси в торец образца.

Закалку образцов по известному способу осуществляли методом закалки в соляной ванне с температуры 900°C с соответствующими выдержками при этих температурах 1,0 и 2 ч.

Химические составы исследуемых чугунов приведены в табл. 1. Результаты испытаний показывают значительное повышение механических свойств за счет увеличения глубины изотермически закаленного слоя при заявляемом способе, причем эта величина слабо зависит от уровня легированности сплава, в отличие от известного (табл. 2), когда глубина закаленного слоя в зависимости от комплекса легирующих элементов возрастает в 3 – 4 раза, при этом не превышает уровень, достигнутый при использовании заявляемого способа.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ изотермической закалки изделий из высокопрочного чугуна, преимущественно толщиной до 30 мм, включающий нагрев до 860 – 920°C, выдержку в течение 0,5 – 3 ч, охлаждение до 300 – 360°C, изотермическую выдержку в течение 1,0 – 4 ч при данной температуре и окончательное охлаждение, отличающийся тем, что, с целью улучшения механических свойств за счет увеличения глубины бейнитного слоя, охлаждение ведут до температур изотермической выдержки со скоростью 15 – 80°C/с.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что охлаждение до температур изотермической выдержки осуществляют путем циклической подачи водовоздушной смеси с частотой 0,1 – 10 Гц до выравнивания температуры по сечению образца, а изотермическую выдержку проводят в печи.

Т а б л и ц а 1

Номер образца	Химический состав, %							
	C	Si	Mn	Cr	Mg	Ni	Mo	Fe
1	3,63	2,8	0,42	0,1	0,047	–	–	ост.
2	3,6	2,7	0,38	0,11	0,051	1,0	0,5	ост.

Таблица 2

Номер образца	Способ закалки. Пределы параметров охлаждения, °С	Скорость охлаждения		Предел прочности при растяжении, МПа	Глубина бейнитного слоя, мм
		°С/с	частота, Гц		
1	Известный —"	Закалка в соляной ванне		695	10
2				723	14
1	Заявляемый нижний средний верхний ниже нижнего выше верхнего	15	0,1	850	14,3
1		50	5	1150	21,1
1		80	10	1253	25,2
1		10	0,05	703	8
1		93	15	957	25,4
2		средний	50	5	1165

5

10

15

20

25

30

Редактор Составитель Н. Бестужев  
Техред М.Моргентал Корректор Л. Лукач

Заказ 50 Тираж Подписное  
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101