



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4166675/31-02

(22) 25.12.86

(46) 23.05.88. Бюл. № 19

(71) Белорусский политехнический институт

(72) М.М.Бондарев, В.М.Михайловский,
И.М.Громько, В.Н.Рыбаков
и Л.Л.Счисленок

(53) 669.15-196 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1216237, кл. С 22 С 37/00, 1984.

(54) ЧУГУН ДЛЯ ОТЛИВОК

(57) Изобретение относится к литейно-
му производству, в частности к сос-
тавам высокоуглеродистых сплавов же-

леза для производства ответственных корпусных отливок. Целью изобретения является повышение гидропрочности отливок при сохранении их герметичности. Предложенный чугун содержит, мас. %: углерод 2,8-3,6; кремний 1,6-2,0; марганец 0,005-0,04; сурьма 0,05-0,2; олово 0,01-0,1; кобальт 0,1-0,3; церий 0,005-0,035; титан 0,05-0,1; нитрит 0,05-0,1, железо остальное. Предложенный чугун может быть использован для производства деталей, работающих под высоким давлением и содержащих в качестве рабочих сред конструкционные масла и жидкости. 2 табл.

Изобретение относится к литейному производству, а именно к составам высокоуглеродистых сплавов железа, и может быть использовано при производстве ответственных корпусных отливок, работающих под высоким давлением и содержащих в качестве рабочих сред конструкционные масла и жидкости.

Цель изобретения - повышение гидропрочности при сохранении герметичности отливок.

Чугун, предлагаемого состава содержит, мас. %:

Углерод	2,8-3,6
Кремний	1,6-2,0
Марганец	0,005-0,04
Сурьма	0,05-0,2
Олово	0,01-0,10
Кобальт	0,1-0,30
Церий	0,005-0,035
Титан	0,05-0,10
Иттрий	0,05-0,10
Железо	Остальное

Для обеспечения высокой надежности работы корпусных отливок, предусматривающих возможность их замены в случае потери герметичности, необходимо, чтобы давление разрыва, определяемое гидропрочностью сплава, было во всех случаях выше давления появления течи, принимаемого как критерий герметичности.

Уровень герметичности и гидропрочности сплава определяется количеством и формой графита в чугуне и структурой металлической матрицы. Нижний предел содержания по углероду (2,8% по массе) обеспечивает минимальное количество свободного углерода в структуре, при котором кристаллизация сплава идет по метастабильной диаграмме. При содержании углерода 2,8-3,6 мас. % обеспечивается перлитизация металлической основы чугуна. Повышение содержания углерода свыше 3,6 мас. % приводит к флотации графитных включений, потери прочностных характеристик и герметичности чугуна.

Нижний предел содержания по кремнию 1,6 мас. % определен исходя из обеспечения отсутствия цементита в структуре. По мере повышения содержания кремния с 1,6 до 2,0 мас. % увеличивается количество эвтектического графита, выделяющегося при кристаллизации. Рост чугуна в результате выделения графита в процессе

кристаллизации компенсирует усадку металла, что приводит к увеличению герметичности отливок. Повышение содержания кремния сверх 2,0% по массе не оказывает существенного влияния на предотвращение образования усадочных дефектов, однако увеличивает количество феррита в структуре (более 5%) и снижает гидропрочность.

Марганец при его содержаниях выше 0,005% по массе увеличивает устойчивость аустенита, способствует измельчению перлитной структуры матрицы, в результате чего возрастает гидропрочность чугуна.

Нижний предел содержания марганца (0,005%) определен исходя из технологических условий плавки чугуна. При добавлении марганца более 0,04% он значительно тормозит графитизацию, повышая склонность чугуна к отбелу. Усадка чугуна на первой стадии структурообразования с увеличением содержания марганца увеличивается, что приводит к снижению герметичности.

Кобальт понижает растворимость и повышает активность углерода в жидком чугуне. Расширяя γ -область, кобальт способствует образованию дисперсной ферритоцементитной смеси, в результате чего увеличивается гидропрочность и его вязкость. Добавки кобальта выше 0,30% не приводят к существенному повышению гидропрочности, поэтому экономически нецелесообразны. Нижний предел содержания по кобальту (0,1% по массе) выбран исходя из легирующих свойств кобальта.

Церий при введении его в сплав в количествах 0,005-0,035 мас. % обеспечивает выделение при кристаллизации графита вермикулярной формы, что существенно повышает герметичность чугуна. Нижний предел содержания по церию (0,005 мас. %) соответствует началу образования вермикулярного графита. При содержании церия свыше 0,035 мас. % повышается склонность сплава к переохлаждению при кристаллизации из жидкого состояния, что приводит к повышению числа свободных карбидов в структуре, которые сохраняются даже при интенсивном вторичном модифицировании. В то же время при избытке церия (> 0,035%) возрастает тенденция к флотации графита в массивных частях отливок, что также

снижает герметичность и гидропрочность чугуна.

Сурьма в сером чугуне перлитизирует структуру. При этом сурьма в количествах 0,05-0,2 мас.% не отбеливает чугун при первичной кристаллизации. Ниже содержания 0,05 мас.% сурьма не оказывает перлитизирующего действия на металлическую основу чугуна. Верхний предел содержания сурьмы (0,2 мас.%) ограничен интенсивным выделением токсичных окислов и гидридов сурьмы, что требует усиления вентиляции при плавке сплава.

Олово при добавках 0,01-0,1% измельчает и более равномерно распределяет графит в матрице, а также способствует образованию перлита без появления первичных карбидов, увеличивает дисперсность перлита и стабилизирует последний путем влияния на рост зародышей и рост цементита, что положительно сказывается на герметичности и гидропрочности отливок. Содержание олова менее 0,01 мас.% не оказывает существенного влияния на процесс первичной кристаллизации, а добавки более 0,1% по массе экономически нецелесообразны, так как возрастает стоимость легирования. Кроме того, при содержании олова свыше 0,1% по массе из α -твердого раствора при кристаллизации выделяются интерметаллические соединения, снижающие гидропрочность чугуна.

Добавление титана в количестве от 0,05 до 0,15 мас.% в сером чугуне способствует формированию в структуре переохлажденного графита. В корпусных разностенных отливках, имеющих тенденцию к переохлаждению в тонких сечениях, добавка титана 0,05 - 0,15 мас.% способствует гомогенизации структуры, а следовательно, и повышению гидропрочности. Увеличение содержания титана выше 0,15% приводит к образованию TiC и TiCN, резко ухудшающих прочность чугуна.

Положительное влияние иттрия на повышение герметичности и гидропрочности чугуна связано с очищением границ зерен от эвтектических примесей - продуктов взаимодействия элементов, входящих в состав чугуна с O_2 , N и S. Добавка иттрия в чугун в количестве 0,05-0,10 мас.% способствует равномерному распределению легирующих элементов (Sb, Sn, Co) в

микрообъемах расплава, повышает плотность металла, тормозит диффузионные процессы при реакциях обмена на границе металл - среда. Нижний предел содержания иттрия (0,05 мас.%) соответствует скачкообразному приросту плотности и гидропрочности. Добавки иттрия выше 0,1% не дают существенного увеличения гидропрочности и герметичности.

Пример. Для изучения структуры и свойств предлагаемого материала выплавлены чугуны, содержащие основные компоненты на нижнем, среднем и верхнем уровнях, а также ниже нижнего и выше верхнего уровней и известный сплав со средним содержанием ингредиентов.

Технология плавки чугуна состоит в расплавлении металлизированных окатышей с содержанием $Fe_{мет} = 89,1\%$ в индукционной печи, науглероживании расплава, введении ферросплавов: кремний ФС75 (75% Si), титан Ti2 (30% Ti) кобальта К2 (98% Co), сурьму Су2 (98,8% Sb), олово О4 (96% Sn), церий в виде сплава МЦ-40 (36% Ce) и итрий ИтМ-5 (93% Y). Последние вводят в разливочный ковш непосредственно перед заливкой образцов.

Из выплавленных составов чугуна заливают ступенчатые цилиндрические пробы с соотношением диаметров 100:85:60:45:30 мм, для герметичности и гидропрочности используют чашевидные образцы $\phi = 14$ мм и с толщиной испытуемой стенки 0,8 мм, вырезанные из ступенчатых проб. Образцы закрепляют на испытательном стенде, в системе которого плавно повышают давление до того момента, когда жидкость появляется на наружной поверхности образца. В качестве рабочей среды, создающей давление в системе применяется веретенное масло АУ с вязкостью при 20°C, равной 49 сСт и плотностью 0,89 г/см³. Давление, при котором появляется течь, принимают за критерий герметичности чугуна. После фиксации давления появления течи давление в системе испытательного стенда продолжают поднимать до полного разрыва образца. Это давление разрыва принимают за критерий гидропрочности чугуна.

Химический состав известного и предлагаемого составов чугуна приведен в табл.1.

Результаты испытаний чугунов на гидропрочность и герметичность для образцов, вырезанных из проб диаметром 30, 60 и 100 мм, представлены в табл. 2.

Как видно из представленных табл. 1 и 2 дополнительный ввод в состав чугуна титана и иттрия повышает герметичность и гидропрочность сплава.

Предлагаемый состав чугуна прошел лабораторные и опытно-промышленные испытания при изготовлении отливок "Крышка задняя" и "Сервопоршень" из сплава для деталей гидротрансмиссий аксиально-поршневых машин.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Чугун для отливок, содержащий углерод, кремний, марганец, сурьму, оло-

во, кобальт, церий и железо, отличающийся тем, что, с целью повышения гидропрочности при сохранении герметичности отливок, он дополнительно содержит титан и итрий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

5	Углерод	2,8-3,6
	Кремний	1,6-2,0
	Марганец	0,005-0,04
	Сурьма	0,05-0,2
	Олово	0,01-0,10
10	Кобальт	0,1-0,3
	Церий	0,005-0,035
	Титан	0,05-0,10
	Иттрий	0,05-0,10
	Железо	Остальное

Т а б л и ц а 1

Сплав	Уровень содержания ингр-дентов	Содержание элементов, мас. %									
		C	Si	Mn	Sb	Sn	Co	Ce	Ti	Y	Fe
Известный	Средний	3,2	1,8	0,022	0,07	0,13	0,2	0,02	-	-	Остальное
Предлагаемый	Нижний	2,8	1,6	0,005	0,05	0,01	0,1	0,005	0,05	0,05	"
	Средний	3,2	1,8	0,022	0,12	0,055	0,2	0,02	0,075	0,075	"
	Верхний	3,6	2,0	0,04	0,2	0,1	0,30	0,035	0,1	0,1	"
	Ниже верхнего	2,6	1,4	0,005	0,03	0,005	0,08	0,0045	0,04	0,04	"
	Выше верхнего	3,8	2,2	0,05	0,25	0,2	0,35	0,04	0,15	0,15	"

Т а б л и ц а 2

Сплав	Давление появления течи, МПа при диаметре пробы, мм			Давление разрыва, МПа, при диаметре пробы, мм			
	100	60	30	100	60	30	
Известный	150	205	220	180	170	220	
Предлагаемый	1	280	290	320	340	365	380
	2	320	315	360	350	410	425
	3	340	320	375	420	460	485
	4	225	215	280	285	305	310
	5	335	330	360	405	450	450