



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4695376/02  
(22) 05.04.89  
(46) 07.08.91. Бюл. № 29  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) В.Л.Трибушевский, А.Г.Слуцкий,  
С.Н.Леках, А.Е.Шишкин, В.И.Волк,  
Л.Л.Счисленок и В.Б.Сафронов  
(53) 669.13.018(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1439146, кл. С 22 С 37/10, 1987.  
(54) ЧУГУН  
(57) Изобретение относится к металлургии,  
а именно к составам железоуглеродистых  
сплавов. Целью изобретения является по-

2

вышение износостойкости в среде агрес-  
сивных газов при температуре до 600°C при  
сохранении герметичности, термостойкости  
и предела прочности. Чугун содержит,  
мас. %: углерод 3,1-3,5; кремний 1,7-2,4;  
марганец 0,6-1,2; хром 0,2-0,5; ванадий 0,05-  
0,2; никель 0,2-0,6; медь 0,35-0,7; фосфор  
0,2-0,4; бор 0,0015-0,01; алюминий 0,01-  
0,02; кобальт 0,03-0,1; церий 0,005-0,02; лан-  
тан 0,001-0,002; неодим 0,001-0,002; железо  
- остальное. Предложенный состав целесо-  
образно использовать для изготовления  
гильз цилиндров карбюраторных и дизель-  
ных двигателей. 2 табл.

(19) SU (11) 1668459 A1

Изобретение относится к области ли-  
тейного производства, а именно к составам  
высокоуглеродистых сплавов железа, и мо-  
жет быть использовано для изготовления  
отливок деталей, работающих в условиях  
трения, скольжения при повышенных тем-  
пературах, например гильз цилиндров дви-  
гателя внутреннего сгорания.

Цель изобретения - увеличение износо-  
стойкости в среде агрессивных газов при  
температурах до 600°C, при сохранении  
герметичности, термостойкости и предела  
прочности.

Предлагаемый чугун содержит углерод,  
кремний, марганец, хром, никель, медь, ти-  
тан, ванадий, алюминий, кобальт, церий,  
фосфор, бор, лантан, неодим и железо при  
следующем соотношении компонентов,  
мас. %:

Углерод	3,1-3,5
Кремний	1,7-2,4

Марганец	0,6-1,2
Хром	0,2-0,5
Ванадий	0,05-0,2
Никель	0,2-0,6
Медь	0,35-0,7
Титан	0,03-0,07
Фосфор	0,2-0,4
Бор	0,005-0,01
Алюминий	0,01-0,02
Кобальт	0,03-0,1
Церий	0,005-0,02
Лантан	0,001-0,002
Неодим	0,001-0,002
Железо	Остальное

Наличие в составе чугуна, фосфора, бо-  
ра и титана повышает прочностные свойст-  
ва чугуна за счет легирования  
металлической матрицы и измельчения эв-  
тектического зерна. Легированная бором  
фосфидная эвтектика существенно повыша-

ет износостойкость чугуна при повышенных температурах.

Дополнительное введение в чугун лантана и неодима в совокупности с церием и алюминием существенно влияет на кристаллизацию сплава вследствие эффективного графитизирующего действия их тугоплавких оксидов и сульфидов, позволяет улучшить форму, размер и распределение графита, исключить появление цементита в структуре при наличии в сплаве таких элементов как ванадий, хром, бор и титан.

Присутствие в чугуне кобальта, меди и никеля способствует кристаллизации по стабильной диаграмме и за счет образования твердых растворов повышает плотность структуры.

Ванадий, хром, марганец, образуя сложные карбиды, упрочняют металлическую основу сплава, тем самым способствуя повышению его прочности и износостойкости.

Обоснование выбранных пределов содержания компонентов.

Углерод и кремний при их содержании 3,1-3,5 и 1,7-2,4% соответственно обеспечивают хорошие литейные и механические свойства сплава. Нижние пределы содержания 3,1 и 1,7% обусловлены необходимостью исключения структурно-свободного цементита в металлической матрице. Превышение верхнего предела содержания углерода и кремния может привести к ухудшению формы и характера распределения графита.

Хром, ванадий и титан при их содержании 0,2-0,5; 0,05-0,2 и 0,03-0,07% соответственно обеспечивают требуемую прочность, термостойкость и износостойкость чугуна. Нижний предел содержания этих элементов обеспечивает получение перлитной матрицы с равномерно распределенным графитом. При содержании хрома, ванадия и титана выше указанных пределов значительно ухудшается термостойкость и износостойкость при повышенных температурах за счет появления в структуре ледебурита.

Содержание фосфора и бора в пределах 0,2-0,4 и 0,0015-0,01% гарантирует существенное повышение износостойкости чугуна. Увеличение содержания бора до 0,01% приводит к измельчению структуры фосфидной эвтектики, увеличивает ее микротвердость за счет присутствия соединений бора. При содержании бора менее 0,0015% присутствие его в фосфидной эвтектике не обнаружено. При содержании фосфора более 0,4%

получить измельченную фосфидную эвтектику практически невозможно.

Нижние пределы содержания никеля 0,2, меди 0,35 и кобальта 0,03% выбраны исходя из получения плотной металлической основы, обеспечивающей требуемую герметичность и износостойкость отливок. При концентрации никеля, кобальта и меди выше указанных пределов прирост прочности, герметичности, термостойкости и износостойкости незначительны.

Пределы содержания церия (0,005-0,02%), лантана (0,001-0,002%) и неодима (0,001-0,002%) совместно с алюминием (0,01-0,02%) обеспечивают за счет эффективного модифицирования измельчение эвтектических зерен и получение отливок без кромочного отбела.

**П р и м е р.** В индукционной печи с кислой футеровкой выплавлялись предлагаемый состав чугуна с различным уровнем содержания ингредиентов. Для сравнительных испытаний был использован известный чугун, содержащий ингредиенты на среднем уровне. В качестве шихтовых материалов использовались литейный чугун, стальной лом, ферросплавы кремния, марганца, ванадия, хрома, титана, церия, бора, фосфора, а также катодная медь, гранулированный никель, алюминий, кобальт, лигатура, содержащая лантан и неодим.

Шихту загружали в печь, расплав нагревали до 1480°С, перед разливкой на дно разливочного ковша давали алюминий и церий и при наполнении одной третьей части ковша под струю давали модификатор, содержащий неодим и лантан.

Чугун заливали в сухие песчаные формы. Из полученных заготовок вырезались образцы для испытаний на износостойкость, механические свойства, термостойкость; испытания проводились по стандартной методике. Термостойкость определялась по количеству трещин, образовавшихся после 300 циклов на кольцах, вырезанных из чугунных заготовок.

Химический состав известного и предлагаемого чугунов приведен в табл.1.

Испытания на износостойкость проводили на машине трения ИТ-2М в течение 300 ч в среде агрессивных газов (70-60% СО и 30-40% SO<sub>2</sub>). Скоростью вращения контртела и удельной нагрузкой обеспечивали требуемые температуры в зоне контакта образец - контртело. Испытания на механические свойства (предел прочности при растяжении) проводились на разрывной машине с предварительным разогревом об-

разца до заданной температуры. Термостойкость оценивали по количеству трещин, образовавшихся после 300 циклов на кольцевых образцах. Нагрев осуществлялся в свинцовой ванне соответственно до 200, 400 и 600°C. Герметичность чугунов при различных температурах оценивали на образцах путем замера давления, при котором появлялась течь, и времени, в течение которого через испытываемый образец протекло определенное количество азота. По результатам замеров газопроницаемости оценивали в логарифмической шкале средние значения утечек. Полученные результаты по свойствам известного и предлагаемого чугунов при температурах 200, 400 и 600°C приведены в табл.2. Видно, что предлагаемый состав чугуна имеет преимущества по износостойкости во всем исследованном интервале температур. При этом сохраняются такие важные характеристики предлагаемого сплава, как прочность, герметичность и термостойкость.

Предлагаемый состав целесообразно использовать для изготовления гильз цилиндров карбюраторных и дизельных двигателей.

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

5	Чугун, содержащий углерод, кремний, марганец, хром, ванадий никель, медь, титан, алюминий, кобальт, церий и железо, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью увеличения износостойкости в среде агрессивных газов при температурах до 600°C при сохранении герметичности, термостойкости и предела прочности, он дополнительно содержит фосфор, бор, лантан и неодим при следующем соотношении компонентов, мас. %:	
15	Углерод	3,1-3,5
	Кремний	1,7-2,4
	Марганец	0,6-1,2
	Хром	0,2-0,5
	Ванадий	0,05-0,2
20	Никель	0,2-0,6
	Медь	0,35-0,7
	Титан	0,03-0,07
	Алюминий	0,01-0,02
	Кобальт	0,03-0,1
25	Церий	0,005-0,02
	Фосфор	0,2-0,4
	Бор	0,005-0,01
	Лантан	0,001-0,002
	Неодим	0,001-0,002
30	Железо	Остальное

Таблица 1

Сплав	Содержание элементов, %															
	C	Si	Mn	Cr	V	Ni	Cu	Ti	Al	Co	Cl	La	Nd	P	B	Fe
Известный	3,3	2,0	0,9	0,3	0,10	0,4	0,53	0,05	0,015	0,05	0,01	-	-	-	-	Остальное
Предлагаемый	3,1	1,7	0,6	0,2	0,05	0,2	0,35	0,03	0,01	0,03	0,005	0,001	0,001	0,2	0,005	-"
	3,3	2,1	0,9	0,35	0,1	0,4	0,50	0,015	0,07	0,01	0,015	0,0015	0,3	0,3	0,009	-"
	3,5	2,4	1,2	0,5	0,2	0,6	0,7	0,07	0,02	0,1	0,02	0,002	0,002	0,4	0,01	-"

Таблица 2

Чугун	Прочность				Термостойкость			Герметичность, см <sup>3</sup> /ми				Износостойкость, г/300 ч при температуре, °С		
	20	200	400	600	200	400	600	20	200	400	600	200	400	600
	Известный	270	165	160	75	21	30	40	-6,0	-5,4	-4,3	-3,2	0,14	0,31
Предлагаемый	270	170	150	84	24	32	43	-5,9	-5,2	-4,1	-2,9	0,08	0,14	0,27
	280	220	120	20	29	40	-6,0	-5,5	-4,4	-3,2	-3,2	0,05	0,11	0,2
	300	225	220	140	18	26	36	-6,4	-5,7	-4,7	-3,4	0,03	0,08	0,15