

ЛИТЕРАТУРА

1. Приготовление единых формовочных смесей с жидкими противопригарными добавками/Д.М. Кукуй, В.Н. Анисифоров, А.М. Дмитриевич, П.П. Ковалев. – Л.: ВПТИлит-пром, 1980. – 8 с. 2. А. с. 971556 (СССР). Устройство для определения выхода пироуглерода/П.П. Ковалев. – Оpubл. в Б.И., 1982, № 41.

УДК 669.14.018.292

Е.И. ШИТОВ, канд.техн.наук,
А.Г. СЛУЦКИЙ (БПИ),

В.П. ВАСИЛЕНКО, канд.эконом.наук (Центролит, г. Саранск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННЫХ СЕРЫХ ЧУГУНОВ

Проблема повышения долговечности литых чугунных деталей – одна из основных задач литейного производства, которая в значительной мере может быть решена за счет широкого внедрения низколегированных серых чугунов. Легирование чугуна осуществлялось при плавке в электродуговой печи ДС-5МТ с кислой футеровкой путем ввода в состав шихты природно-легированных материалов: хромоникелевого чугуна и ванадийсодержащей магнитной шлакометаллической фракции (МШФ) [1, 2]. Химический состав и свойства полученных чугунов представлены в табл. 1.

Наличие в чугуне 0,26–0,34 % V обеспечивает значительное повышение механических свойств сплава. Это в первую очередь связано с положительным влиянием V на перлитизацию металлической матрицы, а также с эффектом карбонитридного упрочнения за счет диссоциации молекулярного азота в электрической дуге плавильного агрегата.

Металлографический анализ чугунов проводился на микроскопе "Эпиквант". Установлено, что добавки ванадия в чугун, содержащий 0,28–0,32 % Cr и 0,11–0,14 % Ni, в количестве 0,26–0,34 % способствуют более равномерно распределению графита.

Микротвердость эвтектоида за счет большей дисперсности цементитной фазы возрастает до $H_{\square} 0,981 = 2900$.

Способность чугуна противостоять пластической деформации оценивалась путем измерения твердости образцов, нагреваемых в интервале температур от 20 до 600 °С. Установлено, что дополнительное легирование сплава ванадием повышает температуру начала процесса интенсивной пластической деформации (табл. 2).

При этом значительное падение твердости ванадиевого чугуна происходит при более высоких температурах.

Испытания на износостойкость проводились в режиме сухого трения на машине МТ-2М при удельной нагрузке $4 \cdot 10^5$ Па, скорости относительного перемещения поверхностей трения 1,2 м/с и коэффициентом взаимного перекрытия, равном 0,05. Результаты испытаний представлены на рис. 1. Наибольшей износостойкостью обладает чугун, содержащий 0,26–0,34 % V. При этом коэффициент трения изменяется незначительно. Дальнейшее повышение со-

Т а б л и ц а 1. Химический состав и свойства чугуна

Содержание основных компонентов, мас. %						Свойства чугуна		
C	Si	Mn	Cr	Ni	V	σ_B , МПа	НВ	отбел, мм
3,20	2,57	0,68	0,28	0,14	—	200	210	5,0
3,30	2,46	0,72	0,26	0,11	0,26	230	230	6,0
3,20	2,50	0,60	0,32	0,13	0,34	280	240	7,0

Т а б л и ц а 2. Влияние ванадия на твердость чугуна при различных температурах

Наименование сплава	Температура нагрева, °С						
	0	100	200	300	400	500	600
	Твердость НВ						
Исходный	200	195	188	178	160	122	105
Содержащий 0,34 % ванадия	238	232	225	214	200	188	142

Рис. 1. Влияние ванадия на величину износа и коэффициент трения серого чугуна:

1 — коэффициент трения; 2 — износ.

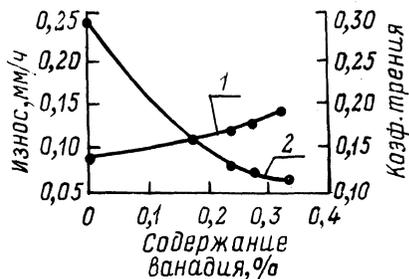


Рис. 2. Шероховатость поверхностей трения: а — 0,34 % ванадия; б — исходный состав.

держания V в сплавах, работающих в режимах сухого трения скольжения, увеличивает износ контртела. Это вызвано тем, что механизм преимущественного износа переходит от окислительного к абразивному ввиду появления твердых карбидов на границе трения. Фрактография поверхностей трения исследуемых сплавов, проведенная с использованием растрового электронного микроскопа, показала, что поверхности сплавов, содержащих в своем составе ванадий, в большей степени склонны к хрупкому разрушению. Это указывает

Т а б л и ц а 3. Влияние ванадия на термостойкость чугуна

Содержание ванадия, %	Количество циклов							
	100		200		300		500	
	количество (к) и глубина (l) трещин							
	к	l	к	l	к	l	к	l
—	24	0,75	35	1,0	44	1,4	54	1,8
0,26	19	0,8	31	1,3	38	1,8	44	2,1
0,34	11	0,65	25	0,85	34	1,2	41	1,6

на то, что высокоуглеродистые сплавы железа, легированные ванадием в данных режимах работы, не склонны к адгезионному взаимодействию. Микронеровности поверхностей трения данных сплавов значительно меньше (рис. 2).

Применение ванадиевого чугуна для изготовления тормозных барабанов автомобилей большой грузоподъемности требует изучения поведения материала при знакопеременных температурных нагрузках. Термостойкость исследуемых материалов определяли на образцах в виде колец с наружным диаметром 26 мм, внутренним 16 мм и толщиной 5 мм, которые собирались в стопку на стальной стержень по 10 штук. Нагрев образцов осуществлялся в свинцовой ванне до 650 °С, а охлаждение — в проточной воде до 150 °С. Температура нагрева образцов была выбрана исходя из условий эксплуатации тормозных барабанов автомобилей БелАЗ-540.

Термостойкость чугуна оценивалась количеством трещин, образовавшихся за определенное количество циклов, а также их средней глубиной. Результаты исследований представлены в табл. 3.

В исследуемом интервале концентраций ванадий снижает склонность чугуна к трещинообразованию по сравнению со сплавом, не содержащим его. По мере дальнейших испытаний общее количество трещин увеличивается. При этом происходит процесс интенсивного роста ранее образовавшихся трещин в направлении от наружной поверхности к центру образца преимущественно по границе графит — металлическая матрица.

Таким образом, легирование чугуна V обеспечивает повышение не только механических характеристик сплава, но и его эксплуатационных свойств.

Результаты сравнительных стендовых испытаний тормозных барабанов автомобиля БелАЗ-540 показали, что примерно при одинаковых фрикционных свойствах тормозного узла износостойкость барабанов из чугуна, содержащего 0,33 % ванадия, в 1,5 раза выше.

В настоящее время технология выплавки в электропечах экономнолегированного V серого чугуна для тормозных барабанов освоена на Саранском литейном заводе "Центролит" со значительным экономическим эффектом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование технологического процесса плавки в дуговой печи низколегированного чугуна/А.Г. Слущкий, С.Н. Леках, Е.И. Шитов, В.А. Родионов. — В сб.: Металлургия. Минск: Выш.шк., 1982, вып. 16, с. 73.
2. Плавка серых чугунов с ванадийсодержащей шлакометаллической фракцией/Д.Н. Худокормов, В.П. Василенко, А.Г. Слущкий, С.Н. Леках. — Литейное производство, 1982, № 9, с. 4–5.