

Из анализа полученных данных следует, что наиболее перспективным для дальнейшего исследования являются стали, модифицированные 0,1%Ni и комплексным модификатором — 1,5%Cu + 0,5%Zr, имеющие удовлетворительные механические свойства и красностойкость. Целесообразность их использования для литых режущих инструментов можно будет выявить только после испытаний резанием.

УДК 669.13:621.785.5

В.И. Краевой

ЖАРОСТОЙКОСТЬ И РОСТОУСТОЙЧИВОСТЬ ЧУГУНОВ ПОСЛЕ АЛИТИРОВАНИЯ

Алитированию в порошкообразных смесях и расплавленном алюминии подвергались серый и высокопрочный чугуны следующего химического состава (в %): С 2,7–3,6; Si 2,0–2,8; Mn 0,5; S 0,08–0,05; P 0,08–0,05. Насыщение в порошках осуществлялось при 1000°C в течение 2, 4, 6 и 8 ч. Смеси состояли из порошка алюминия, инертной добавки из Al_2O_3 и активатора NH_4Cl . Составы смесей и толщина получаемых покрытий представлены в табл. 1.

Рентгеноструктурный анализ свидетельствует о многофазовом составе алитированных слоев на чугунах. В них обнаруживается вся гамма фаз системы Fe–Al. В поверхностной зоне отмечаются хрупкие алюминиды $FeAl_3$ и Fe_2Al_5 , концентрация алюминия в которых достигает 54–59%. Затем следуют различной концентрации и степени упорядочения сверхструктуры или упорядоченные твердые растворы $FeAl$ и Fe_3Al , переходящие непосредственно у металлической основы чугуна в наиболее обедненную алюминием фазу (до 10% Al) — неупорядоченный твердый раствор алюминия в α -железе. В соответствии с различной концентрационной насыщенностью алюминием микротвердость верхней зоны алюминидов и сверхструктур составляет H_{100} , 825, 685 или 575 кгс/мм² и уменьшается до H_{100} 490 ... 320 кгс/мм² у границы перехода к матрице чугуна.

Наиболее ценное свойство алитированного слоя — повышенная стойкость против коррозии при высоких температурах. Оценку жаростойкости проводили по изменению массы образцов в атмосфере воздуха после циклических нагревов до 950°C и выдержкой при этой температуре в течение 10, 20, 30 и 50 ч. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Но- мер сме- си	Состав смеси, %			Глубина слоя (мкм) за время насыщения (ч) при 1000 ^o C							
	Al	Al ₂ O ₃	NH ₄ Cl	серый чугун				высокопрочный чугун			
				2	4	6	8	2	4	6	8
1	5	95	2	102	123	141	165	108	125	145	171
2	10	90	2	117	139	165	197	122	148	180	217
3	15	85	2	136	176	196	236	144	181	207	246

Т а б л и ц а 2

Чугун	Насыщение в смеси при 1000 ^o C, 8ч	Привес (г/м ²) при 950 ^o C за время, (ч)			
		10	20	30	50
Серый	Без покрытия	581	803	1091	1509
	1	118	257	494	864
	2	92	109	242	371
	3	47	78	98	137
Высоко- прочный	Без покрытия	262	491	688	1013
	1	71	191	252	355
	2	63	93	109	146
	3	18	23	36	46

После алитирования жаростойкость серого чугуна возросла от 1,7 до 11 раз, а высокопрочного — от 2,9 до 22 раз. Окисление образцов происходит обычно по дефектным местам различного происхождения: трещинам и сколам слоя, местам расположения графита и т.п. В процессе высокотемпературной выдержки происходит диффузионное растворение и увеличение толщины исходного алитированного слоя с образованием новой области твердого раствора с наиболее низкой концентрацией алюминия в α -железе и распространяющейся вглубь металлической основы чугуна.

После алитирования значительно возрастает и второй важный показатель жаростойкости — ростоустойчивость. Благодаря защитным свойствам алитированного слоя гарантируется высокая стабильность размеров опытных образцов после циклических нагревов, тормозятся процессы внутреннего окисления металла, протекающие в чугунах без защитного слоя через места расположения графитных включений.

Жидкостное алитирование осуществлялось в ванне из расплавленного алюминия марки А7 с добавкой 6% железной стружки в течение 20... 180 мин при 700, 750, 800 и 850^oC. Изучение микроструктур поверхностных слоев и процессов кинетики насыщения в зависимости от времени и

Т а б л и ц а 3

Вид чугуна	Глубина слоя, (мкм) после выдержки 45 мин при 800°C	Привес (г/м ²) при 950°C за время (ч)			
		10	20	30	50
Серый	187	39	78	97	234
	Без покрытия	602	854	1118	1495
Высокопрочный	210	10	13	14	10
	Без покрытия	294	542	623	996

температуры дало возможность установить оптимальный режим обработки серого и высокопрочного чугуна в расплаве алюминия. Это выдержка в течение 45–60 мин при 800–750°C, когда формируются слои толщиной 180–210 мкм. Как и в случае насыщения в порошках, при большей толщине алитированного слоя ввиду значительной хрупкости происходит нарушение его целостности, связанной с появлением трещин, пор и механических разрушений отдельных участков слоя.

В структуре слоев обнаруживаются алюминиды $FeAl_3$ и Fe_2Al_5 . Значения микротвердости по глубине слоя нестабильны и колеблются в пределах $H_{100}^{825...1080}$ кгс/мм². Сопротивление окислению таких слоев более высокое и жаростойкость их возрастает, например на высокопрочном чугуне в 4,5–10 раз по сравнению с насыщением в порошках (табл. 3).

Это следует объяснить более высоким качеством – прочностью и плотностью слоев. Им также свойственна хрупкость, но более низкая, чем при насыщении в порошках. Хрупкость слоев заметно уменьшается после 50 ч выдержки при 950°C. В период испытаний на жаростойкость также происходит диффузионное растворение исходного слоя и образование новой зоны твердого раствора алюминия в α -железе. При этом явление роста и увеличение объема опытных образцов резко уменьшаются. Например, после десяти циклов нагрева и общей выдержки 100 ч при 950°C рост высокопрочного чугуна сокращается в 8–10 раз.

При выборе технологического варианта алитирования предпочтение следует отдать методу насыщения в ваннах из расплавленного алюминия, как более технологичному. Процесс алитирования в этом случае происходит при более низких температурах и кратковременных выдержках. При этом качество слоя, его прочность, плотность, жаростойкость, ростоустойчивость более высокие, чем слоев, получаемых при использовании порошкообразных смесей.