

плавки, но уступает катаной стали. Причиной этого является наличие сетки ледебуритной эвтектики в образцах, вызывающей преждевременное хрупкое разрушение литой стали. Наиболее высоким комплексом механических свойств обладают продольно ориентированные образцы. Наиболее низким комплексом свойств обладают образцы, расположенные перпендикулярно к главным осям дендритов. Наиболее благоприятной является ориентация главных осей дендритов под углом 45° по отношению к режущей кромке инструмента.

Таким образом, литая электрошлаковая быстрорежущая сталь превосходит по своим основным свойствам сталь индукционной выплавки, но уступает прокату. Такую сталь можно использовать для изготовления инструмента, работающего в спокойных, безударных условиях.

Дальнейшего улучшения свойств литой быстрорежущей стали можно добиться за счет модифицирования и микролегирования, вызывающих изменение свойств стали.

Л и т е р а т у р а

1. Р е в и с И.А., Л е б е д е в Т.Н. Структура и свойства литого режущего инструмента. — Л., 1972. 2. Х о л ь ц г р у б е р В. Возможности и ограничения воздействия на структуру и свойства слитков ЭШП. — В сб.: Электрошлаковый переплав. Киев, 1977.

УДК 621.74:669.141.25

А.П. Дубко, В.Ф. Соболев, А.С. Чаус

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА СВОЙСТВА ЛИТОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Существенным недостатком литой быстрорежущей стали является ее повышенная хрупкость, вызываемая грубой сеткой эвтектических карбидов, образующихся при затвердевании сплава. Изменением содержания углерода и основных легирующих элементов (W, V, Cr, Mo) повышать вязкость весьма затруднительно. Для придания стали хорошей красностойкости требуется высокая степень легированности; а в литой стали с увеличением легированности развивается значительная карбидная неоднородность и сталь приобретает повышенную хрупкость.

В связи с этим в настоящей работе сделана попытка улучшить свойства литой стали Р6М5К5 путем модифицирования элементами, оказывающими существенное влияние на измельчение зерна аустенита, карбидной фазы и благоприятно воздействующими на границы зерен Сe, Ti, В, Zr, Al, Ni, Cu.

Плавка стали производилась в индукционной печи с кислой футеровкой. В качестве флюса использовалось битое оконное стекло. Раскисление стали производилось при температуре жидкой стали 1560–1580°C по термопаре погружения. Температура заливки стали во всех плавках выдерживалась в пределах 1510–1520°C. После заливки и выбивки образцы отжигались по следующему режиму: нагрев до температуры 850°C, выдержка 2 ч, охлаждение со скоростью 30 град/ч до 700°C, выдержка, охлаждение с печью со скоростью 40–50 град/ч до 500°C, затем на воздухе. Отжиг образцов производился одной садкой в электропечи. Для предотвращения обезуглероживания образцы засыпались наполнителем, состоящим из 50% свежей и 50% отработанной чугунной стружки.

Из отожженной стали вырезали образцы для испытаний на ударную вязкость (10 x 10 x 55 мм без надреза) с припуском на шлифовку. Термообработка образцов производилась по стандартному режиму для стали Р6М5К5. Предварительный подогрев при 860°C в ванне состава 72% BaCl₂ и 28% NaCl. Окончательный нагрев в ванне BaCl₂ при температуре 1230°C. Охлаждение образцов после нагрева под закалку производилось в масле. Отпуск проводился в расплавленной соли при 560°C в течение одного часа три раза. После термообработки образцы подвергались механической обработке на плоскошлифовальном станке до окончательных размеров. Ударная вязкость образцов принималась как средняя по результатам испытаний четырех образцов. Красностойкость определялась измерением твердости образцов после отпуска при 620°C в течение 4 ч. Результаты испытаний на ударную вязкость и красностойкость приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Химический состав исследуемой стали	Твердость после закалки и отпуска HRC	Красностойкость HRC	Ударная вязкость, кгм/см ²
Р6М5К5	62	60	0,2
Р6М5К5 + 0,1%Ni	63	60	0,7
Р6М5К5 + 1%Ni	63	58	0,5
Р6М5К5 + 0,1%Al	62	60	0,2
Р6М5К5 + 0,5%Cu	60	53	0,5
Р6М5К5 + 1%Cu	61	53	0,2
Р6М5К5 + 1,5%Cu + 0,5%Zr	63	59	0,8
Р6М5К5 + 0,5%Zr	63	58	0,2
Р6М5К5 + 0,1%Ce	64	58	0,4
Р6М5К5 + 0,2%Ti	62	60	0,4
Р6М5К5 + 0,12%Ti + 0,1%Ce	64	59	0,5
Р6М5К5 + 0,1%B	63	57	0,1
Р6М5К5 + 0,5%Bi	63	62	0,5

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.