

Применение ультрадисперсных материалов в качестве модификаторов для быстрорежущих сталей.

Магистрант Несон З.А.
Студенты Шаршнева Д.В., Дудинская Ю. В.
Научный руководитель Рудницкий Ф.И.
Белорусский национальный технический университет,
г.Минск

Под модифицированием, в широком смысле, понимают любое воздействие на кристаллизующийся расплав, приводящее к изменению условий кристаллизации и, следовательно, конечной структуры сплава. К таким воздействиям можно отнести: введение малых добавок химических элементов (соединений), влияющих на процесс кристаллизации; воздействие на расплав ультразвуком или вибрацией; ускоренное охлаждение расплава; воздействие на кристаллизующийся расплав постоянного и переменного магнитного поля; пропускание через расплав электрического тока (постоянного, переменного, импульсного) и др. Однако, чаще всего, несмотря на большое разнообразие методов воздействия на расплав, под модифицированием понимают введение в расплав особых добавок – модификаторов. Это связано с тем, что остальные методы слишком сложны в организации в производственных условиях, а потому ограничены в применении.

Модификаторами I рода, называемыми так же инокуляторами, являются вещества, введение которых в расплав приводит к образованию дисперсных частиц, пригодных для гетерогенного зародышеобразования [1,2]. При этом уменьшается работа образования зародыша твердой фазы и, следовательно, процесс становится энергетически более выгодным, чем в случае гомогенного зародышеобразования. Интервал метастабильности сплава уменьшается, число устойчивых, способных к росту зародышей твердой фазы, формирующихся в объеме расплава в единицу времени увеличивается, ускоряется процесс кристаллизации. В результате измельчается первичная структура сплава.

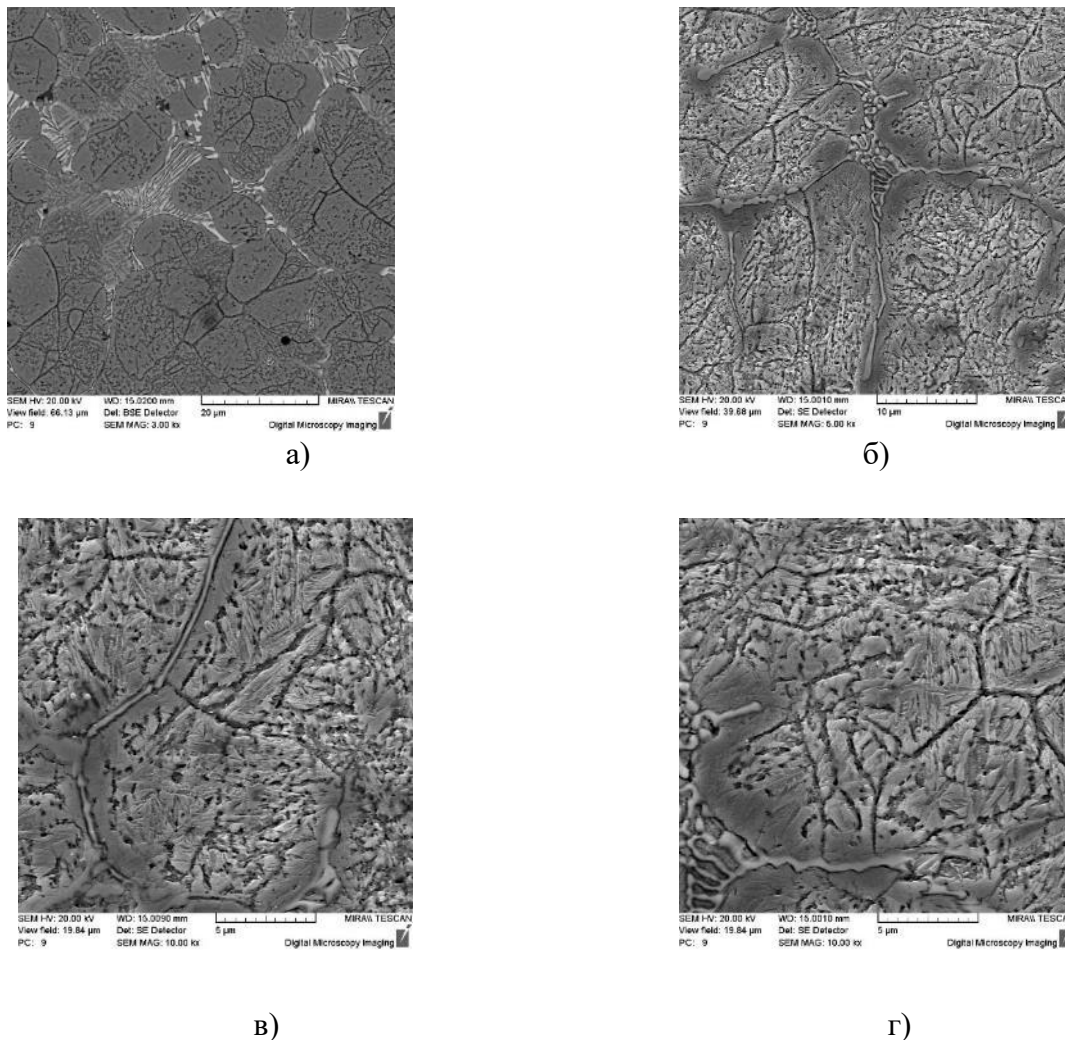
Модификаторами II рода называют примеси, неограниченно (или практически неограниченно) растворимые в жидкой фазе и малорастворимые (до 0,01-0,1 %) в твердой фазе. При затвердевании сплава такие примеси чаще всего вытесняются на поверхность растущих кристаллов. При этом возможны два случая дальнейшего воздействия модификатора на процесс кристаллизации. В первом случае, модификатор не изменяет поверхностные свойства расплава и кристаллизующейся фазы, влияние его сводится к концентрационному торможению роста кристаллита из-за скопления атомов примеси у его границы с жидкостью и затрудненной диффузии атомов из жидкости к поверхности кристаллита. Во втором случае, примесь изменяет поверхностное натяжение (уменьшает его) на границе расплав–кристаллит и, избирательно адсорбируясь на поверхности растущего кристаллита, прекращает его рост. Уменьшение поверхностного натяжения, как известно, приводит к уменьшению критического размера зародыша. В результате большее число зародышей, возникающих в расплаве, становятся способными к устойчивому росту и структура сплава измельчается.

В качестве модифицирующей добавки, обеспечивающей комплексное воздействие на формирование структуры быстрорежущей стали выбран наноструктурированный диборид титана: бор, входя в состав эвтектики, повышает износостойкость, титан, являясь инокулирующим элементом – измельчает первичное зерно и увеличивает ударную вязкость.

Комплексный модификатор помещали в специально предусмотренную реакционную камеру, форму и размеры которой в литниковой системе рассчитывали с учетом отливки.

Микроструктуры образцов немодифицированной стали Р6М5 базового состава приведены на рисунке 1. Для структуры стали характерно наличие непрерывной сетки ледебуритной эвтектики по границам первичных зерен. По морфологическому строению эвтектика преиму-

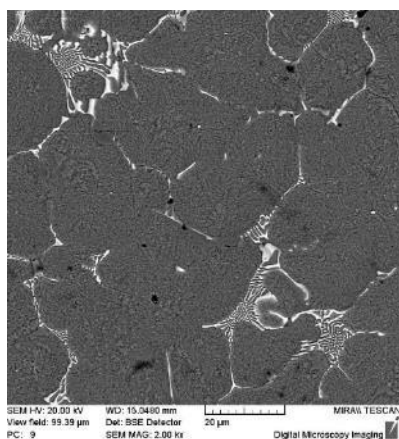
щественно веерообразная или пластинчатая на базе карбидов M_2C и M_6C , в некоторых участках присутствуют карбиды MC в виде тонких сплошных пластин. По описанию структура образцов, полученных в данном эксперименте полностью соответствует структуре стали данного состава (0,8-0,88 % C, 3,8-4,3 % Cr; 5,5-6,5 % W; 4,5-5,5 % Mo; 1,87-2,1 % V), кристаллизующейся в условиях скоростей охлаждения 1-2 °C/с на стадии затвердевания, обеспечиваемых теплоаккумулирующей способностью формы из химически твердеющих смесей.



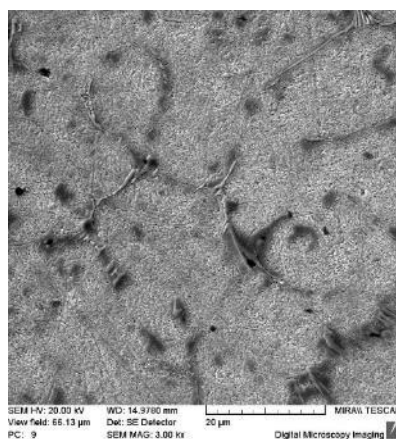
а - х 250, б - х 500, в,г – х 1000

Рисунок 1 - Микроструктура образцов немодифицированной стали Р6М5, залитых в форму из химически твердеющей смеси.

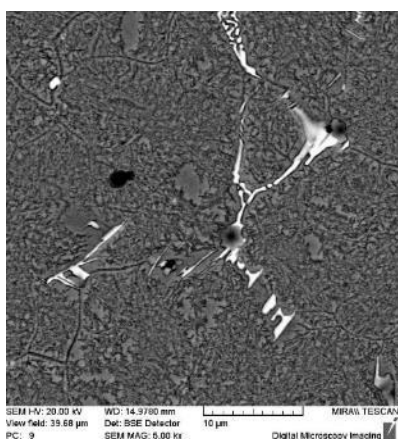
Микроструктуры образцов стали аналогичного состава (рисунок 2), модифицированной наноструктурированным диборидом титана свидетельствуют об изменении условий кристаллизации под воздействием модификаторов и формировании иного распределения структурных составляющих. В частности сетка эвтектики разрывается, ледебурит локализуется в отдельных участках. Появляются колонии эвтектики скелетообразного морфологического типа, характерные для стали Р18 или борсодержащей стали. В центре первичных зерен фиксируются карбиды типа MC (VC , TiC). Сами первичные зерна более мелкие, преимущественно округлой формы. Изменение характера распределения структурных составляющих, а именно появление карбоборидной эвтектики по границам первичных зерен и карбидов на базе титана внутри них свидетельствует о том, что внутриформенные методы модифицирования могут быть использованы в технологических процессах получения заготовок литого режущего инструмента и технологической оснастки.



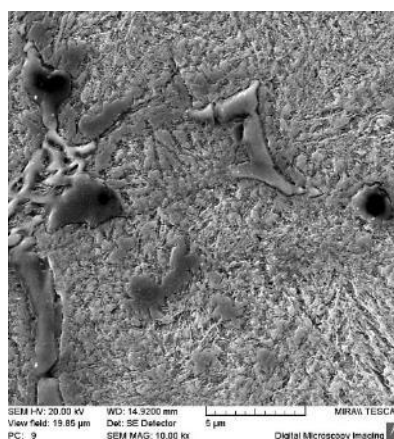
а)



б)



в)



г)

а, б – х 250; в – 500, г – х 1000

Рисунок 2 - Микроструктура образцов стали Р6М5, модифицированной наноструктурированным диборидом титана, залитых в форму из химически твердеющей смеси.

Микроструктурный анализ образцов стали Р6М5 показал, что внутриформенное модифицирование позволяет обеспечить доставку модифицирующих компонентов в расплав, обеспечить необходимое распределение структурных составляющих и, следовательно, изменение физико-механических и эксплуатационных свойств сплава.

Литература

1. Гаврилин И.В. Плавление и кристаллизация металлов и сплавов. – Владим. гос. уни-т, Владимир, 2000. 260с.
2. Чаус А.С., Рудницкий Ф.И. Влияние модифицирования на структуру и свойства литых вольфрамомолибденовых быстрорежущих сталей. – МиТОМ, 1989 г., № 2, С.27-32.