

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ КАРБИДОВ НА АБРАЗИВНУЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЦЕНТРОБЕЖНО-ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

А.Н. Аникеев, В.И. Чуманов, И.В. Чуманов

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CONCENTRATION OF DISPERSED PARTICLES OF CARBIDES ON ABRASIVE WEAR RESISTANCE OF CENTRIFUGALLY CAST BILLETS

A.N. Anikeev, V.I. Chumanov, I.V. Chumanov

Твердые тугоплавкие частицы карбидов, закрепленные в матрице металла, способны значительно влиять на его износостойкость: эффект увеличения износостойкости достигается за счет того, что частицы препятствуют сдвигу дислокаций. Известно, что величина изменения износостойких свойств зависит от концентрации частиц в металле. В статье приведены результаты исследований влияния концентрации дисперсных частиц в центробежно-литых заготовках на износостойкие свойства дисперсно-упрочненного металла.

Ключевые слова: дисперсные частицы, центробежное литье, концентрация дисперсных частиц, износостойкость.

Hard refractory carbide particles contained in the matrix metal can significantly affect its wear resistance: this effect is achieved due to the fact that the particles impede dislocation shear. It is known that the magnitude of the change of wear-resistant properties depends on the concentration of particles in the metal. The paper presents the results of studies of the effect of concentration of dispersed particles in centrifugally cast billets on wear-resistant properties of dispersion-hardened metal.

Keywords: dispersed particles, centrifugal casting, concentration of dispersed particles, wear resistance.

Введение

Одна из острейших проблем техники – уменьшение потерь от изнашивания машин и механизмов. Известно, что расходы на восстановление, замену сменных литых рабочих органов многократно превышают стоимость основного оборудования [1].

Из существующих способов увеличения износостойких свойств металлического материала можно выделить способы, основанные на введении в металлический расплав твердой тугоплавкой фазы мелкодисперсных карбидов. Однако в настоящее время применение таких методов упрочнения ограничено возможностью управления распределением вводимых частиц по объему получаемого материала.

В качестве решения данной проблемы кафедрой общей металлургии филиала Южно-Уральского государственного университета в г. Златоусте разработан способ получения упрочненной заготовки методом центробежного литья, проведена серия экспериментов и получены дисперсно-упрочненные заготовки, содержащие различное количество дисперсной фазы [2–4].

Целью данной работы является определение концентрации введенных тугоплавких мелкодис-

персных фаз в различных сечениях полученных заготовок, а также исследование влияния концентрации дисперсных фаз на абразивную стойкость полученного металла.

Методика исследования

Для исследования концентрации дисперсных частиц были вырезаны образцы с каждого сечения полученных заготовок (внешний поверхностный слой, середина и внутренний поверхностный слой) и подвергнуты шлифовке и полировке.

Исследование концентрации дисперсных частиц проводили на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM – 6460 LV путем прямого подсчета количества частиц на определенную площадь исследуемого образца при одинаковом увеличении.

Износостойкость образцов исследовалась путем вычисления потери массы образца в результате прохождения определенного расстояния с определенной нагрузкой по абразивной бумаге. Для исследования износостойкости полученного материала была использована мелкозернистая абразивная бумага P220. Измерение износостойкости образцов проходило при нагрузке в 1 кг.

Результаты исследований

Исследование концентрации дисперсных частиц показало, что введенные тугоплавкие мелко-дисперсные частицы карбидов располагаются неравномерно по сечениям полученных заготовок: наибольшая концентрация наблюдается во внешних поверхностных слоях заготовок, имеющих в своём составе дисперсную фазу (рис. 1).

Исследование также показало, что концентрация частиц во всех слоях заготовок растет с увеличением количества вводимых дисперсных частиц

только до определенного предела: в заготовки № 7 и № 8 было введено 240 и 360 г WC соответственно, однако концентрация во внешних поверхностных слоях в обеих полученных заготовках одинакова (5,1 шт./мкм²). Причем в заготовке № 8 концентрация карбидов в середине заготовок и во внутреннем поверхностном слое практически одинакова – 3,4–3,5 шт./мкм². Полученные данные позволяют сделать вывод, что степень распределения частиц зависит от количества вводимой фазы. Вероятно, с увеличением количества вводимых

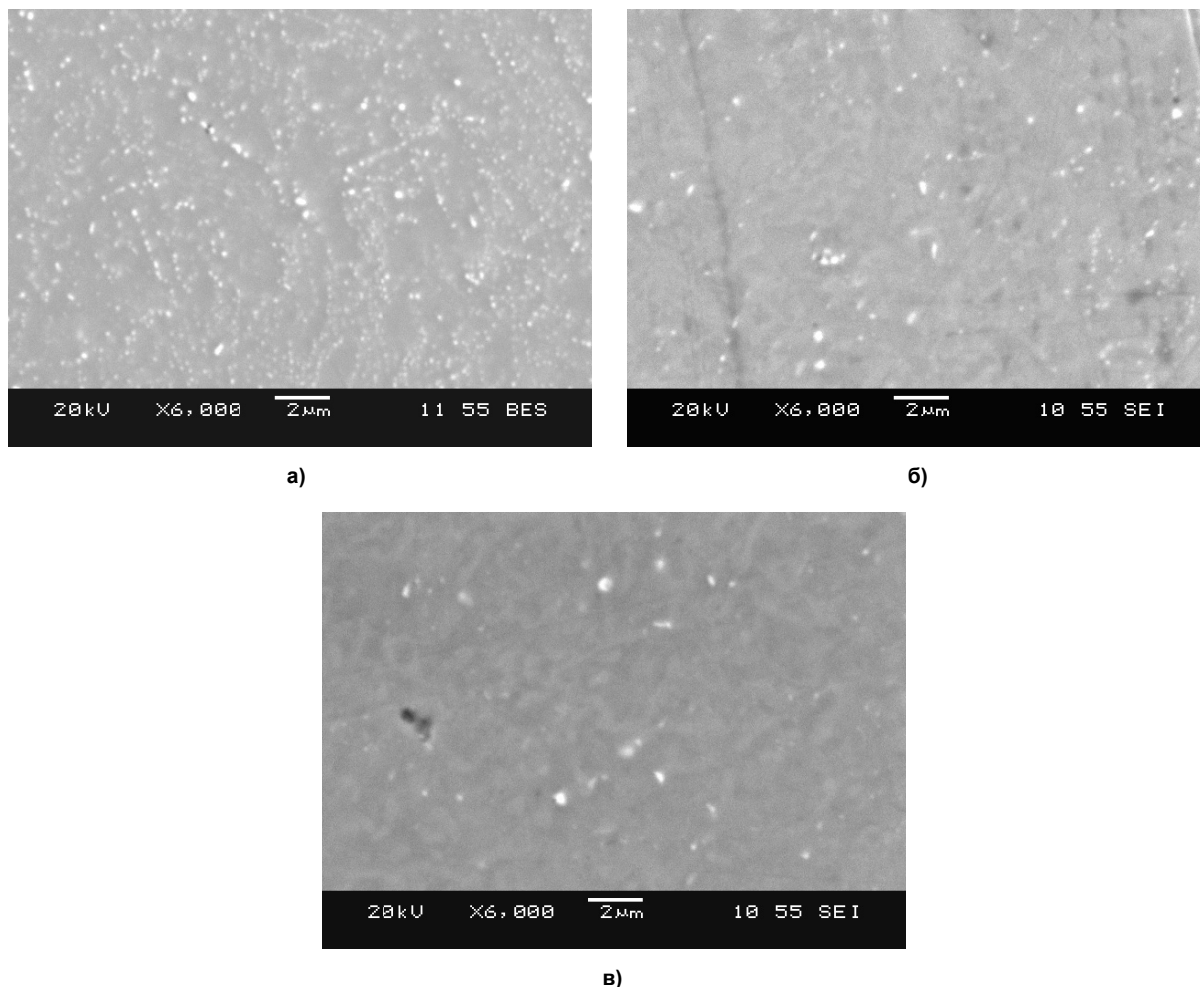


Рис. 1. Карбиды вольфрама в заготовке № 7: а – внешний поверхностный слой (×6000); б – середина (×6000); в – внутренний поверхностный слой (×6000)

Плотность распределения частиц карбида вольфрама по сечению полученных заготовок

Номер заготовки	Кол-во введенной дисперсной фазы WC	Плотность распределения дисперсных частиц		
		Внешний слой заготовки, шт./мкм ²	Середина заготовки, шт./мкм ²	Внутренний слой заготовки, шт./мкм ²
1	0	0	0	0
2	40	0,4	0	0
3	80	0,6	0	0
4	120	2,5	0	0
5	0	0	0	0
6	120	2,8	0	0
7	240	5,1	2,6	0,5
8	360	5,1	3,5	3,4

частиц увеличивается скорость кристаллизации заготовки, что влияет на степень распределения частиц по сечению.

На основании полученных данных была составлена таблица, отражающая концентрации частиц карбида вольфрама в различных сечениях полученных заготовок (см. таблицу).

На основании исследований износостойкости была построена диаграмма, отражающая изменение величины потери массы образцов (рис. 2).

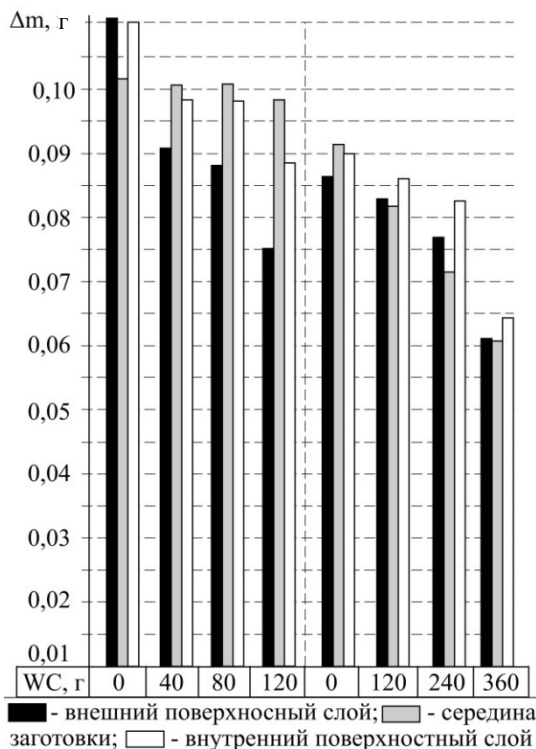


Рис. 2. Диаграмма потери массы образцов

Исследование износостойкости полученных заготовок показало, что различные сечения заготовок имеют различное сопротивление абразивному износу: внешние поверхностные слои являются более износостойкими по сравнению с серединой и внутренними поверхностными слоями.

Выводы

1. Наибольшая концентрация введенных частиц карбидов наблюдается во внешних поверхностных слоях полученных заготовок.

2. Концентрация частиц во всех слоях заготовок растет с увеличением количества вводимых дисперсных частиц только до определенного предела, зависящего от скорости кристаллизации формируемой заготовки.

3. Различные сечения полученных заготовок имеют различное сопротивление абразивному износу: внешние поверхностные слои являются более износостойкими по сравнению с серединой и внутренними поверхностными слоями.

4. Абразивная износостойкость повышается с увеличением концентрации карбидов вольфрама в матричном металле.

НИР проведена в рамках проекта РФФИ № 12-08-00896, а также поддержана ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (регистрационный номер заявки на участие в конкурсе № 2012-1.1-12-000-2003-7624).

Литература

1. Филипов, М.А. Износостойкие стали для отливок / М.А. Филипов, А.А. Филиппенков, Г.Н. Плотников. – М.: Металлургия, 2009. – 358 с.

2. Пат. 2381087 Российская Федерация, МПК В 22 D 13/02. Способ формирования трубной заготовки / В.И. Чуманов, И.В. Чуманов, Д.А. Пятингин, Р.Р. Гарифулин, О.Ю. Вершинина, А.Н. Аникеев. – № 2008128677/02; заявл. 14.07.2008; опубл. 10.02.2010, Бюл. № 26. – 5 с.

3. Упрочнение поверхностных слоев при формировании полой заготовки методом центробежного литья / В.И. Чуманов, И.В. Чуманов, А.Н. Аникеев, Р.Р. Гарифулин // *Электromеталлургия*. – 2010. – № 1. – С. 33–35.

4. Исследование и анализ структурных составляющих дисперсно-упрочненных центробежнолитых заготовок / И.В. Чуманов, Н.Т. Карева, В.И. Чуманов, А.Н. Аникеев // *Электromеталлургия*. – 2011. – № 9. – С. 34–37.

Поступила в редакцию 30 июля 2012 г.