

# ВЛИЯНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ХРОМОВАНАДИЕВЫХ ЧУГУНОВ

В.М. Колокольцев, П.А. Молочков

Одним из важнейших факторов, определяющих сопротивление металлических сплавов изнашиванию, является их структурное состояние, а также свойства, взаимное расположение, количественное соотношение и характер связи отдельных составляющих структуры.

Сопротивление изнашиванию легированного металла обычно характеризуется двумя главными параметрами: способностью металлической матрицы и карбидной фазы претерпевать превращения в поверхностных слоях, приспосабливаться к условиям трения и иметь минимальный износ.

Перспективным материалом для отливок, работающих при интенсивном абразивном, ударно абразивном изнашивании, при больших нагрузках и температурах являются ванадиевые и хромованадиевые чугуны. Особенностью их микроструктуры является наличие специальных эвтектик, которые придают чугунам высокие свойства (прочность, ударную вязкость, твердость и износостойкость). Однако микроструктура таких чугунов очень чувствительна к концентрационным изменениям в них углерода, ванадия и хрома. С этой целью изучали взаимосвязь микроструктуры механических свойств и износостойкости восьми составов хромованадиевых чугунов (см. таблицу 1), залитых в песчаноглинистые формы (сырую и сухую) и кокиль.

В качестве характеристик микроструктуры были изучены микротвердость, количество карбидов, их размер.

Таблица 1 – Свойства экспериментальных сплавов

| Марка<br>чугуна | Твердость, HRC ед. |       |        | Износостойкость,<br>Ки ед. |       |        |
|-----------------|--------------------|-------|--------|----------------------------|-------|--------|
|                 | Тип формы          |       |        |                            |       |        |
|                 | сухая              | сырая | кокиль | сухая                      | сырая | кокиль |
| ИЧ260Х14Ф3      | 49                 | 52    | 56,5   | 3,9                        | 4,1   | 5,2    |
| ИЧ260Х20Ф3      | 58,5               | 55    | 61     | 5,3                        | 6,3   | 6,6    |
| ИЧ260Х14Ф9      | 61,5               | 62    | 62,5   | 9                          | 9,6   | 10,1   |
| ИЧ260Х20Ф9      | 35                 | 37,5  | 43     | 10,8                       | 12,9  | 14,6   |
| ИЧ320Х14Ф3      | 51                 | 58,5  | 62,5   | 5,9                        | 14,6  | 18     |
| ИЧ320Х20Ф3      | 60,3               | 62    | 66,8   | 10,4                       | 10,6  | 12     |
| ИЧ320Х14Ф9      | 61                 | 60,5  | 61,5   | 15,2                       | 16,8  | 17     |
| ИЧ320Х20Ф9      | 60,8               | 61,8  | 62,5   | 11                         | 13,1  | 13,5   |

Количественные металлографические исследования проводили с помощью промышленной системы анализа «SIAMS-600».

Фазовый состав исследуемых чугунов в литом состоянии представляет собой  $\alpha$ -фазу (мартенсит),  $\gamma$ -фазу (аустенит), карбид ванадия VC, карбид хрома  $(Fe, Cr)_7C_3$ . Сочетание этих фаз дает при кристаллизации двойную эвтектику  $A + (Fe, Cr)_7C_3$  и тройную  $A + (Fe, Cr)_7C_3 + VC$ . Колонии таких эвтектик имеют композитную структуру с волокнистыми включениями упрочняющей фазы (карбид ванадия). В пределах каждой эвтектической колонии карбиды ванадия образует жесткий каркас, армирующий более мягкую, пластичную и вязкую матрицу.

Эвтектические сферолитные колонии стыкуются друг с другом по матричной оболочке, что предохраняет чугун от хрупкого разрушения и увеличивает его износостойкость. Количество той или иной составляющей зависит от содержания углерода, ванадия, хрома и скорости охлаждения.

С увеличением скорости охлаждения (заливка в кокиль) доля аустенита возрастает. Износостойкость наиболее сильно зависит от количества, размера и микротвердости карбидов (см. рисунок 1).

Причем сильнее всего влияет микротвердость карбидов. С ее увеличением существенно возрастает износостойкость, так как микротвердость карбидов приближается к микротвердости абразива (электрокорунд)

Выявлено, что наибольшей износостойкостью обладают чугуны со средним размером карбидов 2-4 мкм, равномерно распределенных по металлической матрице (литье в кокиль). Увеличение размеров карбидов приводит к огрублению микроструктуры и снижению износостойкости за счет обламывания и выкрошивания крупных карбидов из металлической матрицы.

Поэтому для обеспечения максимальной износостойкости микротвердость карбидов

должна быть максимальной и их количество должно составлять 25-35%, при среднем размере не более 4 мкм.

Отливки из нового состава хромованадиевого чугуна с подобной микроструктурой успешно прошли промышленные испытания и показали эксплуатационную стойкость в 2-4 раза выше, чем отливки из чугунов типа ИЧХ28Н2 и ИЧХ15М2.

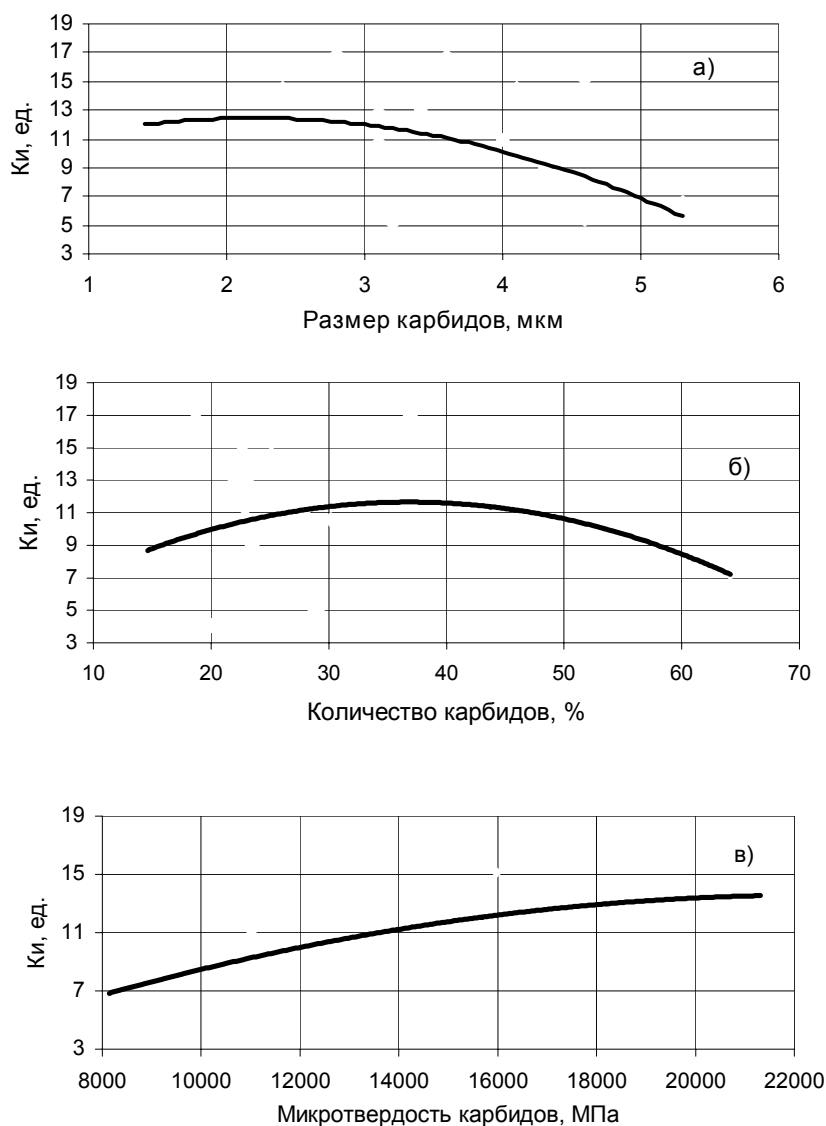


Рисунок 1 – Влияние размеров (а), количества карбидов (б) и микротвердости карбидов (в) на износостойкость исследованных чугунов