

УДК: 621.785.5

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЛИТОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

**М. А. Гурьев¹, С. Г. Иванов¹, Е. А. Кошелева¹,
М. В. Логинова¹, А. М. Гурьев^{1, 2}**

¹ Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

² Уханьский текстильный университет, г. Ухань, Китай

Исследована структура композиционного материала на основе высокопрочного чугуна типа ИЧХ28, имеющего включения высокопрочной фазы, предположительно смеси карбидов хрома. Произведен анализ распределения микротвердости по сечению композита с высокотвердыми включениями.

Ключевые слова: сталь, литье, упрочнение, композит, карбиды

INVESTIGATION OF THE STRUCTURE OF THE CAST COMPOSITE MATERIAL BASED ON DUCTILE IRON

**M. A. Guriev¹, S. G. Ivanov¹, E. A. Kosheleva¹,
M. V. Loginova¹, A. M. Guriev¹**

¹ Altai state technical university, Barnaul, Russia

² Wuhan Textile University, Wuhan, China

The structure of composite material on the basis of the type ICHH28 ductile iron having a high switching phase, presumably a mixture of chromium carbides. The analysis of the distribution of Micro-section of a composite with high-hardness inclusions.

Ключевые слова: steel, casting, hardening, composite, carbides

Композиционные материалы на сегодняшний день являются альтернативой традиционным конструкционным материалам на основе железа в силу сочетания лучших качеств, входящих в их состав материалов.

В распоряжение попал фрагмент материала иностранного производства, имеющий включения неизвестной керамической фазы. Производитель изделий (деталей землеройного оборудования), из которых был вырезан данный фрагмент, располагается в Европейском союзе и в результате санкций, наложенных ЕС на РФ, отказался поставлять данные изделия на территорию РФ. Попытки замены данного материала на имеющиеся на рынке стали оказались безрезультатны: износостойкость замененного оборудования была слишком мала и не оправдывала даже затрат, по-

несенных на изготовление. Попытки наплавки и напыления различными высокотвердыми композициями типа сормайта, стеллита и им подобными успехом также не увенчались, так как в процессе работы наплавленного изделия происходило отслоение и скол наплавленного слоя, и дальнейший катастрофический износ.

В результате проведенных экспериментов по импортозамещению необходимого узла, было принято решение производить его на данном этапе методом литья по газифицируемым моделям с одновременным поверхностным легированием в процессе изготовления [1 – 6]. Этот выбор обусловлен результатами экспериментов, которые показали, что данный способ является наилучшим, обеспечивающим ресурс работы приблизительно в 3 раза ниже оригинала, тогда как производство дан-

ного изделия из высоколегированных материалов и наплавка показывали результаты в 6 и 4,8 раза ниже оригинала соответственно.

При изучении структуры вырезку образцов производили на автоматическом прецизионном станке «MICRACUT-201» при помощи алмазного диска с водяным охлаждением. Вырезанные темплеты запрессовывались в бакелитовый компаунд на автоматическом прессе «METAPRESS» и полировались на автоматическом полировальном станке «DIGIPREP». Травление для выявления микроструктуры производили травителем «Ниталь». Распределение микротвердости исследовали при помощи полуавтоматического микротвердомера МН-6.

Общая микроструктура композита изображена на рисунке 1.

На представленном рисунке видно, что в данном композите высокотвердые включения, представляющие собой колотые карбиды, равномерно распределены в более мягкой матрице ИЧХ28.

По результатам измерения твердости, общая твердость композита составляет 1270 – 1310 HV, микротвердость отдельных составляющих – карбидов 3850 – 4200 HV, матрицы ИЧХ28 – 680 – 830 HV.

Анализы, проведенные при помощи оптико-эмиссионного анализатора «Аргон-5СФ» и рентген-флуоресцентного анализатора «Х-MET 7500» показали, что содержание хрома в данном композите – от 33 до 55 %, углерода – 3 – 8 %, остальное – железо и примеси. Анализ при помощи рентгеновского дифрактометра ДРОН 6.0 выявил, что данный композит содержит множество карбидов хрома, основными из которых являются Cr_2C_3 , Cr_3C_7 .

Микроструктура травленного композита с увеличением $\times 50$ и $\times 200$ представлена на рисунке 2.

В матрице ИЧХ (рисунки 1, 2) также присутствует значительное количество карбидных включений и является эвтектикой, что свидетельствует о том, что, вероятнее всего, данный материал был получен методом пропитки соответствующей керамической фазы расплавленным металлом. В результате термических напряжений, появившихся в ходе застывания и охлаждения расплава, в некоторых местах композита наблюдаются трещины (рисунки 1 и 2б). При этом следует отметить, что сплавления карбидных частиц с металлом не произошло – границы раздела четкие.

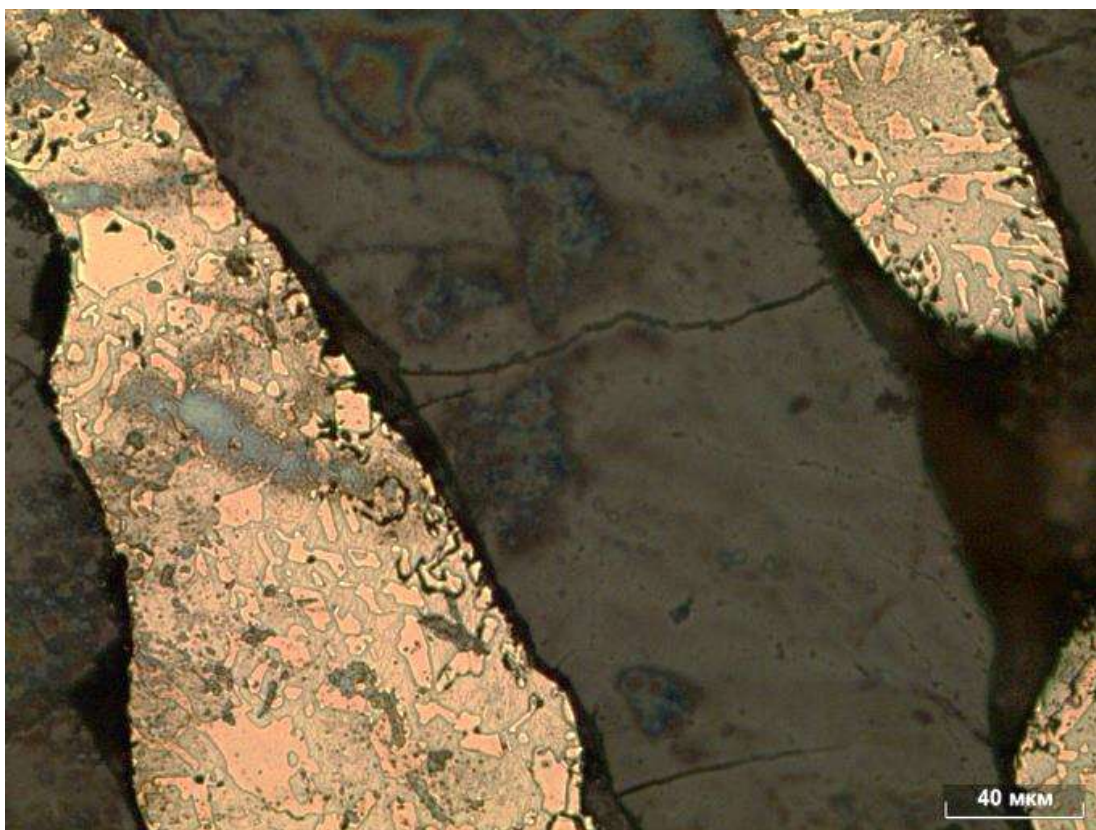


Рисунок 1 – Общая микроструктура износостойкого композита на основе ИЧХ28

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЛИТОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
НА ОСНОВЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА



а



б

Рисунок 2 – Микроструктура травленного композита на основе ИЧХ28

Как можно заметить, микроструктура карбидных частиц также неравномерна и представляет собой некоторую эвтектику.

Таким образом, исходя из результатов исследования, можно сделать следующие выводы:

1. Принципиально возможно получение композиционных материалов на основе железо-углеродистых сплавов, содержащих различные дисперсные частицы, методом пропитки.

2. Полученные композиты обладают высоким комплексом эксплуатационных свойств, недостижимых другими способами упрочнения.

Список литературы

1. Гурьев, А.М. Особенности формирования структуры диффузионного слоя на литой стали при химико-термической обработке / А.М. Гурьев, Б.Д. Лыгденов, Д.М. Махаров, В.И. Мосоров, Е.В. Черных, О.А. Гурьева, С.Г. Иванов // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. - 2005. - Т. 2. - № 1. - С. 39-41.

2. Лыгденов, Б.Д. Особенности формирования структуры диффузионного слоя и разработка технологии упрочнения литых инструментальных сталей с учетом дендритной ликвации / Б.Д. Лыгденов, А.М. Гурьев, И.А. Гармаева, А.Ц. Мижитов, В.И. Мосоров // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения* - 2006. - Т. 3. - № 3. - С. 84-86.

3. Гурьев, А.М. Теория и практика получения литого инструмента / А.М. Гурьев, Ю.П. Хараев // Барнаул, 2005. – 220 с.

4. Гурьев, М.А. Упрочнение литых деталей поверхностным легированием / М.А. Гурьев, С.Г. Иванов, А.М. Гурьев // *Проблемы и перспективы развития литейного, сварочного и кузнечно-штамповочного производств: сб. научных трудов X международной научно-практической конференции*. - Барнаул, 2009. - С. 40-46.

5. Гурьев, А.М. Новые материалы и технологии для литых штампов. - Барнаул, 2000. – 158с.

6. Гурьев, М.А. Технология упрочнения стальных изделий в процессе литья / М.А. Гурьев, Д.С. Фильчаков, С.Г. Иванов, А.М. Гурьев, В.Б. Деев // *Литейщик России*. - 2013. - № 6. - С. 36-38.

Гурьев Михаил Алексеевич¹ – к. т. н., докторант

Иванов Сергей Геннадьевич¹ – к. т. н., с. н. с.

Кошелева Елена Алексеевна¹ – к. т. н., доцент

Логинова Марина Владимировна – к. т. н., с. н. с.

Гурьев Алексей Михайлович^{1,2} – д. т. н., профессор

¹ ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), г. Барнаул, Россия

² Уханьский текстильный университет, г. Ухань, Китай