

УДК 621.74.002.6

В. Б. Дементьев, доктор технических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова
П. Г. Овчаренко, Институт механики УрО РАН, Ижевск
А. Ю. Лещёв, Институт механики УрО РАН, Ижевск

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО АНТИФРИКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПУТЕМ ОБЪЕМНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ОТЛИВОК ИЗ ОЛОВЯНИСТОЙ БРОНЗЫ ГРАФИТОМ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ (ЛГМ)

Рассмотрен способ получения композиционного антифрикционного материала на основе оловянистой бронзы Бр.ОЦС 5-5-5 литьем по газифицируемым моделям (ЛГМ). Отражены основные технологические особенности при объемном легировании бронзовых отливок графитом.

Ключевые слова: объемное легирование, графит, оловянистая бронза, антифрикционные материалы, литье по газифицируемым моделям.

Одним из основных применений оловянистых бронз наряду с деталями арматуры (краны, тройники и др.) вследствие ее высокой коррозионной стойкости в воде и паре является также изготовление деталей антифрикционного назначения (втулки, вкладыши) [1]. Оловянистые бронзы в литом состоянии даже при низком содержании олова (4...5 %) наряду с α -твердым раствором содержат эвтектоид $\alpha + \text{Cu}_31\text{Sn}_8$, затрудняющий их пластическую деформацию, но придающий бронзам высокое сопротивление истиранию, поэтому в литом состоянии их используют как антифрикционный материал [2].

Известны также антифрикционные металлокерамические материалы, которые изготавливают из порошков черных (в основном железа) и цветных (на основе меди и оловянистых бронз) металлов и сплавов с добавлением графита (1...3 %) методами порошковой металлургии – прессованием и спеканием с последующей пропиткой маслом в вакууме [3]. Данные материалы имеют малый коэффициент трения, высокую износоустойчивость и предназначены для изготовления подшипников, работающих при малой нагрузке без подвода смазки – узлов трения самолетов, автомашин, тракторов, транспортеров и другого оборудования [4].

Композиционные материалы, в том числе антифрикционного назначения, могут быть изготовлены методами суспензионного литья – комплекс различных технологий с подачей в струю заливаемого расплава дисперсных инокуляторов (порошков металлических, углеродных, оксидных, нитридных и других порошкообразных материалов) [5] либо их фиксированием в объеме литейных форм.

В данной работе отражены основные технологические особенности получения композиционных отливок для изготовления деталей антифрикционного назначения из оловянистой бронзы Бр.ОЦС 5-5-5 с включениями графита методом объемного легирования при литье по газифицируемым моделям (ЛГМ).

Описание способа объемного легирования

Способы объемного легирования при ЛГМ сводятся к изготовлению моделей из пенополистирола с введенными в объем порошкообразными материалами на стадии их изготовления. Введение порошкообразных материалов в объем модели осуществляется либо вдуванием порошков совместно с гранулами пенополистирола в пресс-формы [6], либо их фиксированием на предварительно вспененных гранулах пенополистирола с последующим вспениванием в пресс-формах [7].

Рассматриваемый в настоящей работе способ [8] относится ко второй группе и сводится к окрашиванию предварительно вспененных гранул пенополистирола краской, содержащей графит крупностью 0,2...0,3 мм. Для получения моделей требуемой прочности и плотности, а также для регулирования содержания графита и его распределения по высоте модели окрашенные гранулы смешивали с неокрашенными предварительно вспененными гранулами пенополистирола, после чего их помещали в пресс-формы и изготавливали модели в автоклаве. Добавка предварительно вспененных гранул зависит от размеров модели: для моделей с небольшой толщиной стенок (до 8 мм) их содержание составляет до 60 % (по объему), для моделей с толщиной стенки свыше 15 мм – 30...40 %. Для получения годных под литье моделей требуется подбирать толщину нанесенной на гранулы краски, содержащей графит. Экспериментальные данные показали, что ее толщина не должна превышать 2 мм.

После изготовления моделей их собирали в модельные блоки путем приклеивания элементов литниково-питающей системы, окрашивали противопригарным покрытием и производили сушку. Готовые модельные блоки помещали в опоку, заполняли песком, герметизировали, вакуумировали и заливали расплавом бронзы. Металл плавил в лабораторной индукционной печи из кокильных отливок бронзы марки Бр.ОЦС 5-5-5, образцы для микрошлифов изготавливали на фрезерном станке.

Полученные результаты и их обсуждение

Все полученные отливки содержали в своем объеме включения графита (рис. 1), однако его распределение по высоте и сечению не во всех отливках было равномерным. Одной из причин этого является разность в плотностях графита и бронзы. При заливке модельных блоков расплав оттесняет включения к стенкам и его поток поднимает графит в верхнюю

часть отливок. Введение графита в литниково-питающую систему приводит к значительным дефектам, связанным с плохим перемешиванием в заливаемом расплаве и оттеснением графита к стенкам модели, что вызывает рыхлость, пористость и непроливаемость. Для получения качественных отливок с равномерным распределением графита следует особое внимание уделить изготовлению моделей.

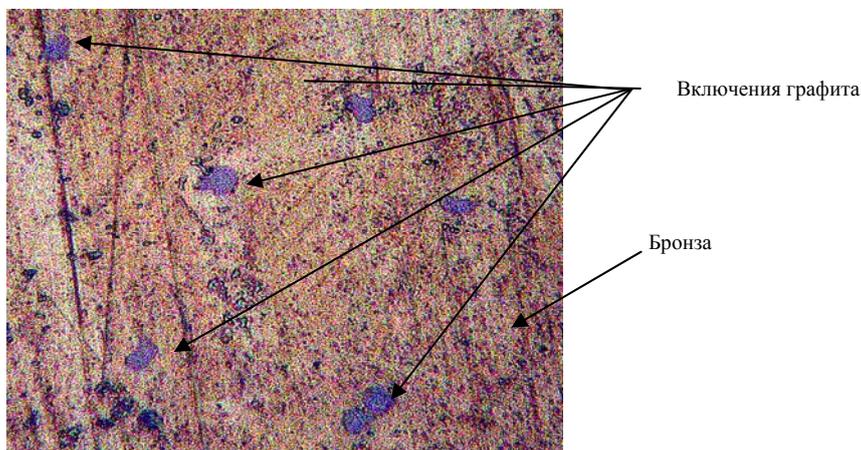


Рис. 1. Микрошлиф бронзовой отливки, объемно легированной графитом

Графит в объеме модели из пенополистирола должен быть распределен с градиентом по ходу заполнения литейной формы расплавом – наибольшая концентрация снизу модели, у подвода расплава с ее уменьшением по высоте (в случае сифонного и L-образного подвода металла). Полученные результаты показали, что для изготовления качественных отливок предпочтительнее всего применение литниково-питающей системы сифонного и L-образного типа, обеспечивающих ламинарное заполнение литейных форм [9]. Обеспечить градиент концентрации графита по высоте модели можно добавлением к окрашенным графитсодержащей краской гранулам неокрашенных предварительно вспененных гранул пенополистирола. Как было сказано выше, количество добавляемых предварительно вспененных неокрашенных гранул зависит от габаритов моделей и подбирается опытным путем.

Толщина слоя краски, содержащей графит и наносимой на гранулы, также оказывает существенное влияние на качество отливок. Значительная ее толщина (более 4 мм) приводит к появлению дефектов в объеме отливок – рыхлости и пористости. Результаты работы показали, что наиболее оптимальная толщина слоя краски, наносимой на гранулы, составляет 0,5...2,0 мм. Окрашивание гранул производили путем их окунания в краску в коробе, выполненном из металлической сетки (для удаления излишек краски). Подобрать требуемую толщину слоя на гранулах в этом случае наиболее удобно регулированием плотности краски, а именно изменением содержания в ней клеевых составов.

С учетом технологических особенностей данного способа и полученных результатов были изготовлены несколько типоразмеров цилиндрических

моделей с градиентным содержанием графита по высоте, которые впоследствии залили расплавом бронзы. Полученные отливки и предварительно обработанные заготовки показаны на рис. 2. Проведенные металлографические исследования показали наиболее равномерное распределение графита в объеме отливок.



Рис. 2. Отливки и предварительно обработанные заготовки из оловянистой бронзы, объемно легированные графитом

Выводы

1. Применение данного способа позволяет получать отливки композиционного антифрикционного материала на основе бронзы Бр.ОЦС 5-5-5, содержащие в объеме графит непосредственно в процессе литья.

2. Равномерное распределения графита в объеме отливки обеспечивается созданием градиента содержания его в модели из пенополистирола по высоте в зависимости от размеров отливки.

3. Для повышения качества отливок следует применять литниково-питающие системы сифонного и L-образного типа, обеспечивающие ламинарное заполнение литейных форм.

Библиографические ссылки

1. Самохоцкий А. И., Кунявский М. Н. *Металловедение*. – М. : Metallurgy, 1967. – 456 с.
2. Лахтин Ю. М. *Металловедение и термическая обработка металлов*. – М. : Metallurgy, 1976. – 408 с.
3. Бальшин Ю. М. *Научные основы порошковой металлургии и металлургии волокна*. – М. : Metallurgy, 1972. – 336 с.
4. Ривлин Ю. И., Коротков М. А., Чернобыльский В. Н. *Металлы и их заменители : справочник*. – М. : Metallurgy, 1975. – 440 с.

5. *Специальные способы литья : справочник / под ред. В. А. Ефимова*. – М. : Машиностроение, 1991. – 436 с.

6. А.с. СССР № 904872, кл. В22С 7/02. *Способ изготовления моделей из полистирола / О. И. Шинский, В. А. Шевченко, А. И. Валигура, В. Н. Плотникова, Л. П. Вишнякова, В. С. Гребельский*. – Оpubл. 15.02.1982.

7. А.с. СССР № 304049, кл. В22С 7/02. *Способ изготовления моделей из полистирола / П. П. Лузан, В. С. Шуляк, Л. П. Анненко, А. С. Житник*. – Оpubл. 25.05.1971.

8. Патент РФ № 2427442, кл. В22С 7/02, В22С 9/04. *Способ введения модификаторов и легирующих добавок при литье по газифицируемым моделям / А. Ю. Лещев, А. М. Липанов, П. Г. Овчаренко, В. Б. Дементьев*. – Оpubл. 27.08.2011.

9. Шуляк В. С. *Литье по газифицируемым моделям*. – СПб. : Проффессионал, 2007. – 408 с.

V. B. Dementyev, DSc in Engineering, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

P. G. Ovcharenko, Institute of Mechanics of the Ural Branch of RAS, Izhevsk

A. Yu. Leshchev, Institute of Mechanics of the Ural Branch of RAS, Izhevsk

Acquisition of Composition Antifriction Material by Means of Volume Alloying the Casts of Straight Bronze by Graphite Using Casting for Consumable Pattern (CCP)

The method of acquisition of composition antifriction material on basis of straight bronze by casting for consumable pattern (CCP) was considered. Basic technological special aspects during alloy bronze castings by graphite were recognized.

Keywords: volume alloy, graphite, straight bronze, antifriction material, casting for consumable pattern.

Получено 24.04.14

УДК 351.82

С. А. Писарев, доктор технических наук, кандидат экономических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Р. Р. Фархетдинов, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

О СИСТЕМЕ ОРУЖЕЙНЫХ ЦЕННОСТЕЙ

Анализируются проблемы, связанные с разработкой и производством стрелкового оружия. Показана роль и взаимосвязь оружейных и корпоративных брендов, а также конкурентоспособности оружия и конкурентоспособности предприятий.

Ключевые слова: стрелковое оружие, оружейные предприятия, система ценностей, бренд, торговая марка, конкурентоспособность, техническое задание, творчество, системный подход.

В условиях рыночных производственных отношений, когда рождаются новые парадигмы ведения бизнеса, необходимо заботиться не только о процессах создания добавленной стоимости, но и своевременно проектировать ценностные технологические цепочки. Ибо сегодня конкурируют не товары и услуги, не идеи и даже не стили, а сложные комбинации этих элементов, базирующиеся на оригинальных, неповторимых системах ценностей их создателей. Конкурируют философии и культуры корпораций, то есть конкурируют бренды.

В Удмуртской Республике такая ценностная оружейная система существует много лет. В рамках этой системы оружейные предприятия вместе с научными организациями, учебными заведениями обеспечивали разработку и производство первоклассных образцов боевого и спортивно-охотничьего стрелкового

оружия на протяжении десятилетий. Благодаря этому и сформировались корпоративные бренды Ижевского машиностроительного завода и Ижевского механического завода. Благодаря системе производственных ценностей этих предприятий, интеллектуальной мощи разработчиков оружия были созданы всемирно известные образцы боевого и спортивно-охотничьего оружия. Все это доказывает конкурентоспособность конструкторских отделов ижевских предприятий, которая формировалась в течение десятилетий, когда предприятия, учебные заведения и научные организации функционировали в рамках единого учебно-научно-производственного комплекса, созданного на территории Удмуртии по инициативе государства.

Поэтому нельзя отрывать конкурентоспособность оружия от конкурентоспособности оружейного предприятия (Оружие и его создатели – связь времен / под