

Литература

1. **Совершенствование** составов противопригарных красок / О.С. Комаров [и др.] // Литье и металлургия. – 2016. – № 1. – С. 53–57.
2. **Алюминат натрия** в литейных красках / О.С. Комаров [и др.] // Литье и металлургия. – 2016. – № 1. – С. 58–60.
3. **Барвинок, Г.М.** Проявление вязущих свойств в системах $\text{MeCl}_2\text{--KCl--H}_2\text{O}$ (Me–Mn, Co, Ni, Cu, Zn) / Г.М. Барвинок, М.М. Сычев // Журнал прикладной химии. – 1977. – Т. 50. – № 6. – С. 1294–1297.
4. **Методика** определения прочности противопригарных красок / О.С. Комаров [и др.] // Литье и металлургия. – 2014. – № 4. – С. 31–33.
5. **Сычев, М.М.** Неорганические клеи / М.М. Сычев. – Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1986. – 154 с.

УДК 669.714

А.С. КАЛИНИЧЕНКО, д-р техн. наук,
А.Г. СЛУЦКИЙ, канд. техн. наук,
В.А. ШЕЙНЕРТ,
Н.В. ЗЫК, канд. хим. наук,
И.Л. КУЛИНИЧ,
А.И. ИВАНОВ (БНТУ)

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИГАТУРЫ НА ОСНОВЕ ОЛОВА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

При получении высокопрочных чугунов используются две основные технологические операции: сфероидизирующая обработка исходного жидкого расплава и последующее вторичное графитизирующее модифицирование. В качестве модификаторов широко используются материалы на основе ферросилиция с добавками таких активных элементов, как барий, кальций, стронций, церий и др. Целью данной работы являлось изучение процесса получения и применения лигатуры на основе олова, содержащей ультрадисперсные

включения оксида иттрия для вторичной обработки чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ).

Известно, что металл-протектор плакирует тугоплавкие наночастицы, препятствует их коагуляции и обеспечивает их хорошую смачиваемость расплавом. Выбор олова был обусловлен его хорошими плакирующими свойствами. Были подобраны составы смесей на основе порошка олова с добавками ультрадисперсного порошка оксида иттрия.

Приготовление композиции осуществлялось в специальном лабораторном смесителе. Были изготовлены легирующие композиции методом механического смешения с продолжительностью перемешивания 6 ч. Для активации компонентов смеси использовали шары различного диаметра, которые обладали различной кинетической энергией, передаваемой компонентам смеси. Полученную смесь затем брикетировали на лабораторном прессе с усилием 25 т и оценивали равномерность распределения ультрадисперсного порошка оксида иттрия в объеме полученной смеси после ее брикетирования. Полученные брикеты подвергались экструзии в виде прутков диаметром 3–5 мм. Подобранные технологические режимы получения лигатуры обеспечили равномерное распределение компонентов в исследуемом образце материала [1].

Ниже представлены результаты испытаний данной лигатуры при внепечной обработке чугуна с шаровидным графитом. Плавка чугуна осуществлялась в индукционной тигельной печи ИСТ-006. В качестве основных шихтовых материалов использовали рафинированный доменный передельный чугун следующего химического состава: С – 4,1 %, Si – 1,0 %, S – 0,02 %, что обеспечило получение по расплавлению металла минимальной концентрации серы. После расплавления и перегрева чугуна в индукционной печи до температуры 1450 °С производился выпуск плавки. Для сфероидизирующей обработки чугуна применяли «легкую» лигатуру ФСМг7 с размером фракции 2–5 мм, которую вводили в раздаточный ковш перед выпуском металла в количестве 1,8 %, предварительно пригрузив ее сухой чугунной стружкой. После завершения сфероидизирующей обработки полученный высокопрочный чугун подвергался вторичному модифицированию лигатурой на основе олова в количестве 0,1 % к весу жидкого металла.

Для исследования структуры, технологических и механических свойств из полученного высокопрочного чугуна отливались необходимые образцы. Обобщенные результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Обобщенные результаты экспериментов

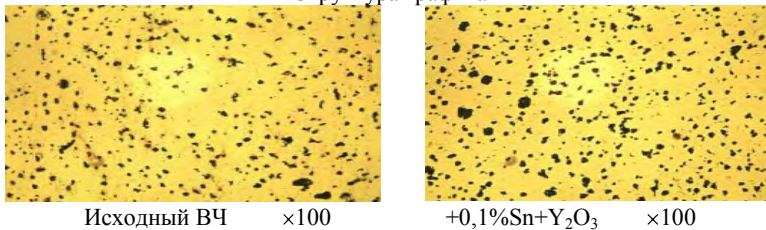
№ образца	Добавка	Отбел, мм	Твердость, НВ	Микроструктура					
				Основа		Графит			
				перлит, %	феррит, %	Форма Гф	Количество ШГ	Распределение ШГр	Диаметр ШГд
1	Исх. ВЧ	10	208	25	75	4	12	4	5
2	0,1%Sn+ +Y ₂ O ₃	11,5	288	80	20	4–5	8	1–2	5–25

Благодаря использованию в качестве материала-протектора олова, обладающего хорошей растворимостью в расплаве чугуна, ультрадисперсные частицы под действием конвективных потоков равномерно распределялись по объему расплава и легко усваивались, являясь зародышами графитной фазы, что оказало заметное влияние на структуру и свойства высокопрочного чугуна.

За счет эффективного одновременного воздействия олова и оксида иттрия улучшилась структура металлической матрицы полученного чугуна. При этом в структуре значительно увеличилось количество перлитной фазы, улучшилась форма и характер распределения шаровидного графита.

Некоторое увеличение отбела клиновой пробы обусловлено перлитизирующим действием олова, однако при этом структурно-свободный цементит в поле шлифов не наблюдался. Кроме того, следует отметить, что вторичное модифицирование данной лигатурой обеспечило получение характерной структуры шаровидного графита «бычий глаз», что свидетельствует об эффективной вторичной графитизации, которая не получила такого развития при воздействии только одного олова. В качестве примера на рисунке 1 представлены микроструктуры, подтверждающие полученные результаты.

Структура графита



Структура металлической матрицы

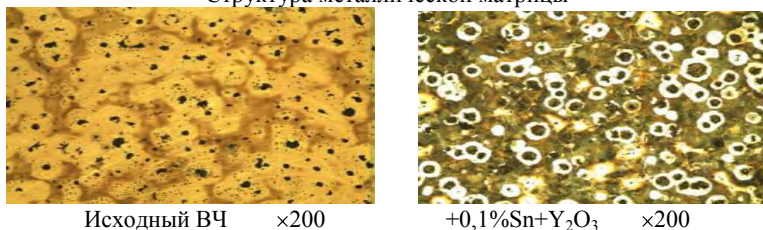


Рисунок 1 – Микроструктуры образцов

Анализ микроструктур свидетельствует, что, несмотря на десфериодизирующее действие чистого олова, добавка к нему ультрадисперсных частиц оксида иттрия в количестве всего 5 % от массы жидкого металла улучшает форму и распределение графитных включений, приближая эти показатели к значениям, характерным для ЧШГ модифицированного традиционными инокуляторами.

Проведенные исследования показали, что применение лигатуры на основе олова с добавками ультрадисперсных порошков оксида иттрия при получении высокопрочного чугуна стабилизирует процесс сфероидизации графитной фазы, увеличивая ее количество и улучшая форму. Это в сочетании с перлитизирующим действием металла-протектора олова обеспечивает высокие механические свойства сплава, что позволяет получать высокие марки высокопрочного чугуна без использования дорогостоящих «тяжелых» лигатур на основе меди и никеля и заменить традиционные инокулирующие модификаторы.

Ниже представлена технологическая схема получения и применения лигатуры на основе олова.



Рисунок 2 – Технологическая схема получения и применения лигатуры на основе олова с добавками ультрадисперсного порошка оксида иттрия

Таким образом, имеется реальная возможность производства высокоточных марок чугуна с шаровидным графитом, исключая применение дорогостоящих «тяжелых» лигатур на основе меди и никеля.

Литература

1. Калиниченко, А.С. Перспективы использования наноразмерных порошков для получения модифицирующих лигатур / А.С. Калиниченко, А.Г. Слуцкий, В.А. Шейнерт, В.А. Бородуля, О.С. Рабинович, Н.В. Зык // *Литье и металлургия*. – 2015. – № 1. – С. 91–94.