

С увеличением содержания углерода в чугуне до известного предела, при благоприятной форме выделения графита, уменьшается износ его и коэффициент трения. Рекомендуемое содержание углерода для серых антифрикционных чугунов находится в пределах 3,2-3,8%, а для ковких от 2,4 до 3,2% и зависит от способа их получения.

Кремний является графитизирующим элементом. Поэтому содержание его в чугунах желательнее иметь такое, чтобы обеспечить графитизацию и получение перлитной структуры с учетом скорости охлаждения и влияния на графитизацию легирующих элементов.

Марганец в количестве до 0,5-1% упрочняет основную металлическую массу чугуна. При более высоком содержании его в чугуне, он образует карбиды, способствует размельчению графитовых включений, что отрицательно сказывается на антифрикционных свойствах сплава.

По общепризнанному мнению сера считается вредной примесью в антифрикционных чугунах, поэтому рекомендуемое содержание её должно быть в пределах возможности получения её при ваграночном процессе.

Список литературы

1. *Смирнов А.Н.* Производство отливок из чугуна[текст] / Смирнов А.Н., Лейрих И.В. - Учебн. пособ. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 245 с.
2. *Бондарев Ю.М.* Процессы дефектообразования в твердых растворах $V_i - Sb$ [текст] / Бондарев Ю.М., Бирючинский Е.В., Гончаров Е.Г. – Ж.: Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация, 2003 С. 5-8.

УДК 669.017.12/15

В. И. Дубоделов, В. А. Середенко, Е. В. Середенко, А. А. Паренюк
Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ СПЛАВОВ МОНОТЕКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В НАЧАЛЕ ИХ СПЛАВЛЕНИЯ

Сплавы монотектической системы с эмульгированной структурой, которая может быть сформирована благодаря наличию в них зоны несмешивания, применяются в технике как материалы с высокой прочностью, тепло- и электропроводно-

стью, износостойкостью. Данные материалы могут состоять из комбинации простых компонентов - Al – Pb, Cu - Cr, Cu - W, Cu – Mo, а так же сочетания легированной основы и однокомпонентной добавками – силумины и медистые силумины с добавками Pb, стали и латуни с Pb или Bi, серые и хромистые чугуны с Cu и хромистые стали с Cu. Перспективным материалом является сплав на основе меди, упрочнённый эмульгированными включениями комплексной добавки FeCrC, имеющей сложную структуру.

В технологическом процессе получения литых сплавов с заданной структурой большое значение имеют операции, связанные с приготовлением качественного расплава. Механизмы эмульгирования металлических расплавов в настоящее время мало изучены. Область двухфазного состояния достаточно полно известна только для нескольких легкоплавких бинарных металлических систем, а на диаграммах состояния высокотемпературных сплавов, трёхкомпонентных и более сложных она только обозначена и в основном качественно.

Одной из основных задач повышения энергоэффективности технологического процесса получения металлических сплавов является минимизация времени и температуры его обработки в плавильном агрегате. Компоненты сплавов монотектических систем, при сплавлении существенно отличаются рядом свойств, в частности, температурами плавления и вязкостями. В сложной добавке фазы, входящие в её состав, так же существенно отличаются физическими свойствами и в отличие от однокомпонентной добавки, в ней образуются соединения с прочными межчастичными связями, например, карбиды, что делает их ещё более труднорастворимыми.

Поэтому изучение особенностей поведения жидких фаз, прежде всего, на начальном этапе их взаимодействия при формировании эмульгированного расплава с заданными параметрами включений важно при определении оптимальных воздействий на расплав, в том числе электромагнитных, для повышения эффективности процесса плавки.

Целью данной работы было изучение на низкотемпературном сплаве монотектической системы Bi – Zn, существенно отличающихся температурами плавления (Bi – 254 °C, Zn – 419 °C) и вязкостями (Bi – $1,0 \cdot 10^{-7}$, м²/с, Zn – $3,3 \cdot 10^{-7}$, м²/с) особенностей процессов взаимодействия объёма добавки (Zn) и основы расплава (Bi) на начальном этапе их сплавления при различных интенсивностях перемешивания ($Re \sim 1 - 1000$, Re – число Рейнольдса).

Установлено, что в условиях $Re \sim 1$ взаимодействие компонентов сплава проходило в диффузионном режиме и при этом возникали диффузионные слои Zn у его

объёмов в результате проникновения в V_i и коротковолновые возмущения, обусловленные уменьшением величины межфазного натяжения в результате диффузии. Это вызывало разрушение межфазной поверхности объёмов V_i , насыщенных Zn. В результате возникали дисперсные включения эвтектического и доэвтектического состава с размерами до 5 мкм.

При увеличении интенсивности перемешивания по сравнению с предыдущим случаем ($1 < Re < 10$) в расплаве возникли удлинённые объёмы на основе цинка. Диффузионный слой расплава, насыщенный Zn, становился тоньше или смывался потоком в толщу расплава.

Усиление интенсивности перемешивания ($Re \sim 100$) привело к увеличению количества диспергированных объёмов Zn в V_i . Усилился процесс массопереноса Zn в V_i в результате чего вокруг объёмов Zn возник слой, состоящий из дисперсных включений, образовавшихся вследствие разрушения межфазной поверхности данных объёмов, который не успевал смывать поток расплава.

Последующая интенсификация перемешивания ($Re \sim 1000$) вызвала быстрый переход расплава в эмульгированное состояние, но диффузионные процессы, направленные на достижение равновесной концентрации компонентов в полной мере не прошли. Поэтому ускорение процессов диспергирования и диффузии в зоне двухфазного состояния расплава возможно за счёт адресного воздействия на добавку и примыкающий к ней слой основы сплава, в частности, электромагнитным полем благодаря различию электрических характеристик компонентов. Полученные результаты могут быть использованы при выплавке промышленных сплавов.

УДК 537.84:669.18:621.746.5

**В. И. Дубоделов, А. Н. Смирнов, М. С. Горюк,
А. П. Верзилов, В. К. Погорский, В. В. Буряк**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАГНИТОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША В ПРОЦЕССАХ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ

Разработанный во ФТИМС НАН Украины магнитодинамический промежуточный ковш (МД-ПК) для процессов непрерывной разливки стали отличается от пром-

ковшей традиционной конструкции, что обуславливает принципиально другие режимы работы комплекса МНЛЗ.

Проведено физическое и математическое моделирование процесса разлива стали из МД-ПК. Показано, что, в сравнении с традиционной технологией, уменьшение металлостатического напора в 3-3,5 раза приводит к уменьшению в 1,7-1,8 раза глубины проникновения высокоскоростной и высокотемпературной струи расплава в тело кристаллизующейся заготовки. Для сохранения (или повышения) массового расхода и скорости вытягивания заготовки, при разливе из МД-ПК необходимо увеличивать объем поступающего в кристаллизатор МНЛЗ расплава, и эту задачу МД-ПК, в отличие от промковшей традиционной конструкции, способен успешно решить. Данные моделирования и прямых измерений электрических характеристик МД-ПК свидетельствуют, что он способен сформировать плоский поток расплава шириной 0,5-0,8 м. Совокупность рассмотренных особенностей работы МД-ПК в корне меняет условия формирования заготовки, несколько повышая тепловую нагрузку на кристаллизатор, но при этом уменьшая ее в зоне вторичного охлаждения, а также позволяет исключить применение дорогостоящих систем электромагнитного торможения расплава в кристаллизаторе и создать предпосылки для уменьшения технологической длины МНЛЗ.

Поэтому в качестве наиболее перспективных технологических процессов, к которым может быть адаптирован предлагаемый МД-ПК, следует назвать технологии непрерывной разлива тонких слябов и прямого получения стального листа из расплава методом литья в двухвалковый кристаллизатор. Для отработки последней технологической схемы, разработан рабочий проект экспериментального литейно-прокатного комплекса, имеющего в своем составе установку для разлива металлических расплавов в двухвалковый кристаллизатор и лабораторный магнитодинамический миксер-дозатор.

Особое место МД-ПК может занять в технологиях получения небольших (до 10 тыс. т в год) партий высококачественных заготовок для собственных потребностей машиностроительных и литейных предприятий. Это позволит уйти от слиточного передела с выходом годного не более 80% и организовать металлургическое микропроизводство сортовых заготовок методом полунепрерывной разлива с использованием МД-ПК. Разработан технический проект машины полунепрерывного литья заготовок (МПНЛЗ).