

Получение нанодисперсных соединений с целью повышения эффективности модификаторов раскислителей

Студент гр. 104140 Заноско О.А.
Научный руководитель Зык Н.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Комплексные научные исследования показали, что модифицирующая обработка расплава чугуна различными ПАЭ и их комбинациями открывает новые аспекты воздействия на наноструктуру расплава чугуна и управление через это воздействие процессами структурообразования в графитизированных чугунах. В процессе модифицирования в расплаве образуются искусственные эндодральные наносоединения на основе фуллеренов и ПАЭ, которые активно изменяют характер кристаллизации железоуглеродистых расплавов. Такой метод воздействия на структуру железоуглеродистых расплавов получил название «наномодифицирование».

Установлено, что наномодификатор эффективно влияет на кристаллизацию не только графитной фазы, но и на фосфидную эвтектику, и на первичное зерно чугуна, и на фазу неметаллических включений, активизируя последнюю в качестве дополнительных гетерогенных центров графитизации.

Другой важнейшей особенностью наномодифицирования является его низкая чувствительность к значительным колебаниям химического состава расплава чугуна и к способам плавки, а также подавление проявления «наследственности» шихтовых материалов в структуре чугуна отливки, поскольку ПАЭ, входящие в состав модификатора, воздействуют избирательно на формирование структуры чугуна и структурообразование при его кристаллизации. Также наномодифицирование противодействует явлению увядания инокулирующего эффекта в процессе выдержки расплава в ковше перед заливкой формы, что увеличивает технологический цикл живучести расплава чугуна.

Согласно литературным данным, применение модификаторов позволяет сократить длительность графитизирующего отжига до 1...5 часов при снижении температуры процесса до 850...950 °С. Модифицирование алюминиевых литейных сплавов, бронз и латуней ликвидировало полностью усадочные явления в отливках и повысило качество механообработки за счет повышения и стабилизации твердости при существенном измельчении структуры сплавов. Анализируя литературные источники по данному вопросу необходимо отметить значительные успехи в практике наномодифицирования сплавов. Однако актуальным является вопрос разработки способов ввода нанопорошков в состав модификатора.

Целью исследований является повышение эффективности модификатора раскислителя на основе алюминия за счёт введения в его состав дисперсных соединений активных элементов.

В качестве дисперсных порошков активных элементов использовали нитрид титана. Опытный образец такого нанопорошка был предоставлен нам лабораторией материаловедения Республики Корея согласно договора о научно-техническом сотрудничестве с БНТУ.

На первом этапе работы проводили исследование данного порошка с использованием таких методов идентификации как рентгенофазовый и ИК спектроскопический анализы. Рентгенограммы всех исследованных соединений записаны на рентгеновском дифрактометре ДРОН-4-13 с медным CuK_α излучением (никелевый фильтр). Образцы для съемки дифрактограмм применяли в виде порошка. Образец поворачивался от 10 до 90 °. На основании записи потенциометра КСП-4 были установлены значения углов θ , соответствующие

дифракционным максимумам на диаграмме и определены их относительные величины (интенсивности отражения). Зная угол θ , по таблицам межплоскостных расстояний были найдены величины межплоскостного расстояния, соответствующего этому углу отражения.

Инфракрасные спектры поглощения анализируемых соединений записаны в диапазоне частот $400-4000 \text{ см}^{-1}$ путем непосредственного анализа индивидуальных веществ без предварительного смешения с KBr при использовании DTGS-детектора.

Из рисунков видно, что значения критических точек на кривых охлаждения исходного образца модификатора и с добавками наночастиц нитрида титана совпадают. Это означает, что добавки в состав базового модификатора, наночастиц не оказывают воздействия на фазовые составляющие полученного слитка. Испытания эффективности модифицирования проводили при выплавке стали 35Л в индукционной тигельной печи с кислой футеровкой емкостью 60 кг.

Модификатор в виде брикетов в количестве 0,05% вводился в ковш ёмкостью 10 кг. По каждому варианту модифицирования были отлиты специальные пробы из которых вырезались образцы для изучения структуры и свойств, как в литом состоянии, так и после термической обработки.

Обработка углеродистой стали модификатором с добавками нитрида титана изменила перлитоферритную структуру отливок. У стали обработанной модификатором, содержащим 6 и 9 % нитрида титана, более высокие показатели твердости. В литой стали наблюдается крупнозернистая перлитная структура с включениями феррита игольчатой формы (видманштеттова структура). По мере увеличения добавок нанопорошка балл зерна литой структуры увеличивается. В структуре отливок из такой стали после отжига отмечается также равномерное распределение включений пластинчатого и зернистого перлита. Ряд исследователей отмечает положительную роль добавок нанопорошков в углеродистую сталь на глобуляризацию неметаллических включений и более равномерное их распределение в отливке.

Проведены лабораторные испытания модификатора в виде брикетов при ковшевой графитизирующей обработке серого чугуна, выплавленного в индукционной тигельной печи ИСТ-006. Наличие в составе базового модификатора нитридов титана снизило склонность чугуна к отбелу с 7,0 до 2,0 мм. Это отразилось на количестве и распределении графитных включений. При этом твердость сплава несколько снизилась, особенно при использовании модификатора содержащего 3 % нитридов титана. Таким образом, проведенные предварительные исследования показали перспективность применения в составе базового модификатора на основе алюминия дисперсных порошков соединений титана.

УДК 666.946

Осаждение нитридов титана и кремния из газовой фазы

Студенты гр. 104112 Сидоркин А.С., гр. 101610 Шевченко А.А.

Научный руководитель Медведев Д.И.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В последние 20 лет наблюдается возрастающий интерес к структурам, размеры отдельных элементов которых сравнимы с нанометровыми. Объясняется это тем, что наноструктурные объекты обладают уникальными механическими, электрическими, магнитными, оптическими, химическими и другими свойствами и характеристиками, открывающими путь к созданию принципиально новых материалов, устройств и технологий.

Одним из перспективных методов получения трехмерных нанопорошков является метод их осаждения из газовой фазы путем плазмохимического или высокотемпературного синтеза из галогенидов металлов. Последний при значительно более низких температурах