

Обработка расплава чугуна модификатором, содержащим ультрадисперсные частицы

Студенты: гр. 10405117 Далецкий А.Р., гр. 10405119 Федорович Д.С.
гр. 10403119 Сташкевич В.Г., гр. 10403119 Бокша И.С.
Научные руководители – Барановский К.Э., Урбанович Н.И.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Под термином «модифицирование» (от лат. *modificat* – видоизменять путём деления на части) нужно понимать термодинамически нестабильные химические, а также энергетические воздействия, эффект от которых во времени после их реализации носит экстремальный характер. К данному виду методов управления литой структурой относится графитизирующее модифицирование чугунов индукторами. Графитизирующие модификаторы стимулируют процесс графитизации при эвтектическом превращении посредством образования дополнительных центров кристаллизации графита. С увеличением их числа снижается переохлаждение расплава перед затвердеванием эвтектики, что способствует предотвращению отбела поверхностного слоя отливок и структуры переохлажденной графитной эвтектики.

В качестве графитизирующих модификаторов применяют ферросилиций марки ФС75, силикокальций и графит, а также различными модификаторы на базе кремния (SB-5, «SIBAR», «INOC SIL» «Si-extra» и др.)

Для обработки расплавов чугунов в настоящее время нашли применение смесевые многокомпонентные модификаторы. Такие модификаторы содержат несколько компонентов, которые усиливают действия друг друга [1]. В смесевых модификаторах используется: кремний содержащие компоненты (ферросилиций, силикокальций, силикобарий, карбид кремния), вещества, оказывающие сильное модифицирующее воздействия на расплав (содержащие кальций, барий, стронций в виде соединений), графитосодержащие материалы, рафинирующие добавки (ферросиликомагний, РЗМ, карбонаты).

В последнее время ряд авторов [2, 3] указывают, что, если в таких модификаторах содержатся ультрадисперсные вещества, это сильно увеличивает графитизирующее воздействие модификатора и уменьшает его расход. В основном это наноструктурированный графит и кремнийсодержащие соединения. Такие вещества образуются после высокотемпературной обработки графита при 500-1500 °С в восстановительной среде, при этом получают частицы с наноструктурой ≈ 100 нм. Частицы наноструктурированного графита находятся в углеродном макроносителе, который обеспечивает ввод модификатора в расплав.

Механизм влияния ультрадисперсных частиц на зарождение графита широко обсуждается в технической литературе. В настоящее время установлено, что структурным элементом, определяющим процесс выделения графита, является частица размером 2-10 нм, имеющая поверхность раздела. В общем случае введение в состав модификаторов ультрадисперсных частиц положительно влияет на процесс модифицирования [3].

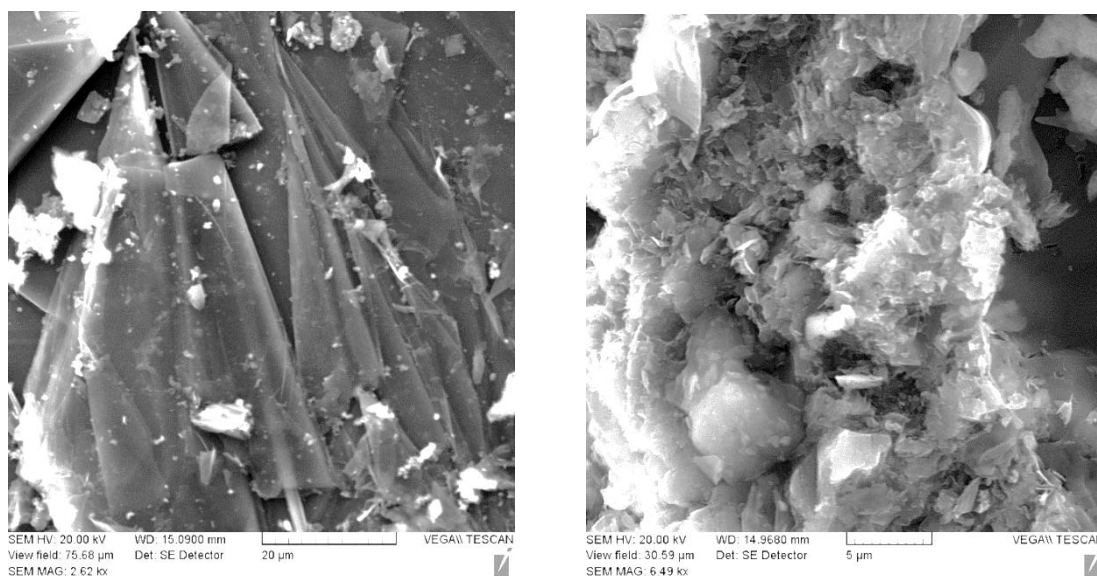
Основная проблема веществ, содержащих ультра и нанодисперсные компоненты – это ввод их в расплав из-за их малой плотности и большого объёма. В чистом виде нано и ультрадисперсные частицы всплывают, коагулируют и плохо замешиваются в расплав поэтому их ввод не дает эффекта. Проблема ввода решается использованием наноструктурированных материалов, в которых ультрадисперсные частицы находятся в виде конгломератов. Это обычно компактные материалы, структура которых состоит из отдельных блоков нано и ультрадисперсного размера [2, 3]. Наноструктурированные вещества относительно просто замешиваются в расплаве и имеют не высокую цену.

Следует отметить, что получение ультра и нанодисперсных частиц требует применения специальных методов и дорогостоящего оборудования, что существенно повышает их стоимость и сдерживает широкое применение для модифицирования. Решением этой проблемы является использование отходов производства содержащих эти частицы [3]. В таблице 1 показан химический состав отхода производства графита.

Таблица 1 - Результаты анализа химического состава образца отхода производства, %

| C | O | Na | Mg | Al | Si | S | K | Ca | Fe |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 61,95 | 23,64 | 0,49 | 0,53 | 0,99 | 8,57 | 0,67 | 0,90 | 0,81 | 1,45 |

Из таблицы 1 видно, что отход в основном состоит из углерода, кремния и сторонних примесей. На рисунке 1 показана структура разных видов графита.



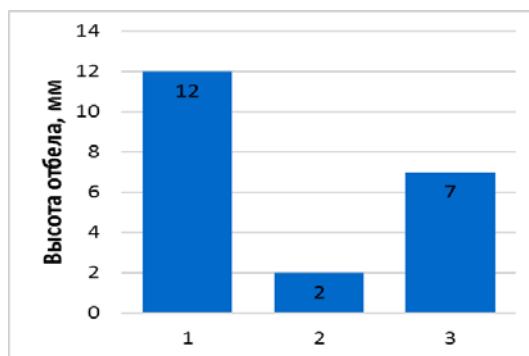
а) – молотый графит; б) – графит, содержащий ультрадисперсные частицы.

Рисунок 1 – Различные виды графита

Как видно из рисунка графит, содержащийся в отходах производства, представляет собой наноструктурированный материал, состоящий из отдельных ультра и нанодисперсных частиц.

В лабораторных условиях и на ОАО «Могилевлифтмаш» была проведена серия опытов по исследованию влияния добавок ультрадисперсных частиц, в качестве которых выступали отходы производства графита, на свойства графитизирующих модификаторов для чугуна. Модифицированный чугун заливали в стержневую форму, установленную на металлическую плиту с целью получения клиновидной пробы на отбел. После охлаждения образцы разламывали и по излому замеряли высоту зоны полного отбела.

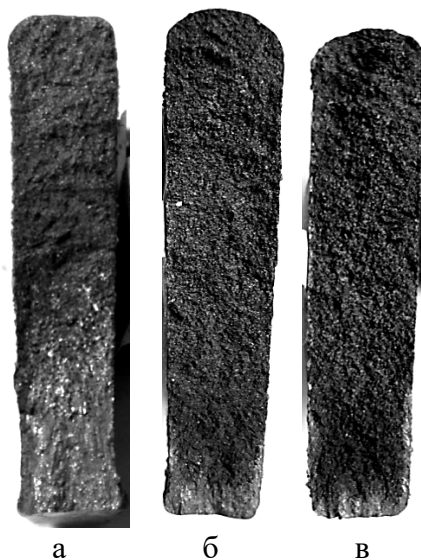
Введение в состав смесового модификатора отходов производства (30%), содержащих ультрадисперсные частицы графита резко увеличило модифицирующий эффект (рисунок 2).



1 – без модифицирования; 2 – отход производства, содержащий ультрадисперсные частицы графита; 3 – обычный молотый графит.

Рисунок 2 – Влияние различных видов графитов (30%) на отбел

В заводских условиях сравнивали смесевой модификатор (ферросилиций, силикобарий, графитосодержащие материалы, карбонаты) на основе отхода производства с ультрадисперсными частицами графита, с наиболее часто применяемым модификатором для серого чугуна «SIBAR» производства РФ. Результаты испытаний представлены на рисунке 3.



а – без модифицирования; б – модифицирование «SIBAR»; в – смесевой модификатор на основе отхода производства

Рисунок 3 – Клиновидные пробы

Показано, что модификатор разработанный на основе отхода производства, содержащих ультрадисперсные частицы графита более эффективен в устранении зоны со структурно свободным цементитом (отбел) в сером чугуне чем модификатор «SIBAR» производства РФ.

Список использованных источников

1. Давыдов С.В. Тенденции развития модификаторов для чугуна и стали / С.В. Давыдов, А.Г. Панов // Заготовительное производство в машиностроении. – 2007. - №1. – с.3 - 11.
2. Патент РФ №2373290. Модифицирующая смесь / Чайкин А.В.
3. Патент РФ № 2533521. Способ производства наноструктурированного науглероживателя для науглероживания железоуглеродистых сплавов/ Панфилов Н.В., Королев С.П.