

ется в первые 15 – 30 с после ввода модификатора в расплав. Модифицирование чугуна в форме, к сожалению, может применяться лишь как вспомогательное, вследствие неравномерного растворения модификатора в процессе заливки формы, приводящего к анизотропии свойств чугуна в отливке.

УДК 621.745.551

Применение ультрадисперсных материалов в качестве модификаторов для железоуглеродистых сплавов

Соискатель Куликов С.А.

Научный руководитель – Рудницкий Ф.И.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В последнее время в различных отраслях, в том числе и в литейном производстве, стали широко применять термины «наноматериалы» и «нанотехнологии». Использование терминов является жесткой необходимостью внедрения перспективных технологий модифицирования и доводки расплавов. Очевидно, что существующие технологии исчерпали ресурс эффективности. Подтверждением тому является предложение ряда новых модификаторов для чугуна от различных компаний. Основой новых модифицирующих комплексов, как и предлагаемых ранее является ферросилиций с добавками Al, Ba, Ca, PЗМ и пр.

Причина тому – отсутствие прорывной, фундаментально новой технологии доводки расплавов. Уже недостаточно просто выдать качественный расплав и отливку без дефектов. Сейчас необходимо гарантировать равномерность свойств, невзирая на среднюю толщину стенки, необходимо обеспечить гарантированное получение высокопрочного чугуна с шаровидным графитом с полностью ферритной матрицей, без термообработки, разумеется. И это с минимальными изменениями технологии.

Решение таких сложных задач требует применения не только зарекомендовавших себя технологических приемов, но и поиска новых материалов. Их использование – один из перспективных путей внедрения новой технологии внепечной обработки. Ультрадисперсные материалы (УДМ) – это наноразмерные порошки оксидов, боридов и др, с размером частиц 10-100 нм. Морфология частиц может быть различной: зерна, гранулы, волокна и т. п., форма шаровидной или близкой к ней.

В производстве используют несколько путей получения подобных материалов. Механический – непосредственное измельчение более крупной фракции до частиц требуемого размера. Данный способ пригоден для приготовления модификаторов, «замутняющих» расплав, увеличивая количество центров кристаллизации. Достоинством такого метода можно считать простоту исполнения и невысокую стоимость конечного продукта. Однако такой метод не позволяет получить частицы заданной структуры и свойств. Для обеспечения заданной структуры и морфологии частиц применяют химические способы получения УДМ.

С каждым годом таких методик все больше, но основные способы это: осаждение из растворов, формирование порошков из гелей, синтез в водных растворах и микроэмульсиях, скоростная солидификация из перемешанных растворов. Так же к этому можно добавить термолиз, плазмохимический способ и др.

УДМ уже занимают определенную нишу в области приготовления противопригарных красок, однако применение во вторичном модифицировании сдерживается. Причиной тому является тот факт, что кинетически термодеструкция столь малых частиц в расплаве гораздо более вероятно, чем их усвоение. Этим обусловлено применение УДМ в виде тугоплавких соединений, к примеру, карбида титана. Однако попытки применения таких материалов есть и в твердосплавном спекании и непосредственно при доводке расплава. Очевидно, что введение УДМ в расплав является перспективной технологией, вопрос лишь в нахождении при-

емлемого способа ввода таких частиц. И применили УДМ на основе TiC для получения необходимой структуры мелющих шаров, при этом УДМ был получен плазмохимическим способом с последующим плакированием частиц.

Для обеспечения защиты УДМ от выгорания рекомендуют применять таблетирование, метод погружных блоков, метод порошковой проволоки и т.п.

УДК 621.745.551

Анализ современных теорий образования шаровидного графита в высокопрочных чугунах

Соискатель Куликов С.А.,
студенты гр. 10404112 Тонкович А.А., Воронин Р.И.
Научный руководитель – Рудницкий Ф.И.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Несмотря на определенные достижения, в настоящее время в теории литейных процессов существуют темы, являющиеся дискуссионными до сих пор. Высокопрочный чугун, к сожалению, не является исключением. Этот превосходный конструкционный материал, открытый еще в 40-ых годах 20 века, изучен недостаточно. Инженерам и ученым предстоит дать ответ на ряд вопросов, решение которых станет фундаментальным прорывом в литейном деле:

1. Каково действие модификатора? Почему один элемент работает как сфероидизатор, а другой препятствует образованию шаровидного графита?

2. Почему модифицирующий эффект пропадает со временем?

3. Каков механизм зарождения и роста шаровидного графита?

В докладе производится попытка систематизировать существующие на сегодняшний день теории образования шаровидного графита. Указываются как достоинства теорий, так и их недостатки.

Началом изучения процессов кристаллизации сталей и чугунов является попытка анализа перехода от жидкого состояния к кристаллическому. Все авторы работ [1, 2] сходятся во мнении, что жидкое состояние отличается от кристаллического наличием ближнего порядка и отсутствием дальнего. По сути, процесс плавления и заключается в переходе от дальнего порядка к ближнему, а кристаллизации – наоборот. Образование частичек твердой фазы – зародышей, рассматривается и анализируется с точки зрения принципов и подходов, разработанных еще в кристаллографии Гиббсом. Этот принцип более пригоден для процессов выращивания кристаллов при осаждении из газовой среды и неприемлем для расплавов. Зарождение кристаллической фазы может быть как «свободное» - самопроизвольное в гомогенном растворе, так и «вынужденное» – под действием примесей. Последние могут быть «активированы» различными поверхностно-активными элементами (ПАЭ) и из инертных стать активными центрами зарождения. Как подытожил Баландин [1], современные теории не подразумевают самопроизвольного зарождения фаз и роль переохлаждения (реже) и примесей (гораздо чаще) сводится к ключевой. К сожалению цельной единой теории кристаллизации расплавов, так и не разработано по сей день. Принцип действия отдельных элементов излагается по-разному.

К наиболее распространенным на сегодняшний день, следует отнести теории «пузырьков», неметаллических включений, теорию фуллеренов и фракталов. Повсеместно в литературе встречаются смешанные теории, которые включают в себя несколько других. Так теория фуллеренов настолько тесно связана с кластерными теориями, что зачастую различить их становится достаточно сложно. К недостатку теорий следует отнести неспособность объяснить некоторые экспериментальные факты. Так теория «пузырьков» великолепно сочетается с температурой кипения магния и формой шаровидного графита, однако никак не объ-