

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Ермакова Михаила Александровича

на тему: **«Управление структурой и свойствами отливок из хромистого чугуна путём легирования, модифицирования и электроимпульсной обработки расплава»**

по специальности 15.16.04- Литейное производство

на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Известно, что свойства чугуна определяются его структурой, которая, в свою очередь, зависит от состава, скорости охлаждения, технологии получения и термообработки чугуна. Белые хромистые чугуны в зависимости от состава имеют структуру карбидной эвтектики на основе карбидов цементитного или тригонального типов в сочетании с мартенситной или мартенситно-аустенитной металлической основой, причём чугуны с карбидами тригонального типа обладают наиболее высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Получить заданную структуру в литом состоянии возможно за счёт изменения состава чугуна, путём дополнительного легирования и модифицирования. Умение управлять структурой позволяет получать заданные свойства чугуна, оптимальные для конкретных условий производства. Поэтому решение задач по управлению структурой и свойствами чугуна путём легирования и модифицирования в выполненной диссертационной работе Ермакова М. А. является актуальным и своевременным.

На основании большого количества экспериментов по микрорентгеноспектральному анализу структурных составляющих чугуна, выполненных на современном оборудовании, показано распределение элементов чугуна между структурными составляющими при дополнительном легировании Ni, Al, Cu, Sn и модифицировании ФСМг 7, что уже само по себе представляет интерес для науки.

Установлены закономерности влияния графитизирующих элементов (Cu, Ni, Al, Sn) на кристаллизационные параметры: температура начала и продолжительность кристаллизации первичного аустенита, температура начала и конца эвтектического и эвтектоидного превращения, продолжительность эвтектической кристаллизации и эвтектоидного превращения, коэффициент термического сжатия жидкой фазы и степени уплотнения в интервале кристаллизации аустенита, при эвтектической кристаллизации и эвтектоидном превращении, а также твёрдого чугуна от температуры начала эвтектического превращения до температуры начала эвтектоидного превращения.

Показано, что легирующие элементы усиливают ликвационные процессы в структурных составляющих хромистого чугуна. Автором выявлены закономерности изменения

ликвационных процессов в структурных составляющих хромистого чугуна под воздействием графитизирующих элементов. Установлено, что содержание хрома в металлической основе уменьшается и по степени снижения концентрации хрома, легирующие элементы могут быть расположены в следующий ряд: исходный чугун (6,47)→Cu(6,04)→Sn(5,5)→Al(5,34)→Ni(5,31). А содержание хрома в тригональном карбиде $K_2 (Fe,Cr)_7C_3$ снижается только при легировании никелем и алюминием, что создает необходимые термодинамические и кинетические условия для формирования тригонального карбида при меньшем содержании хрома в чугуне и в большем количестве.

К достоинствам работы следует отнести также исследование влияния модифицирования на строение расплава, процессы кристаллизации и структурообразования, ликвационные явления и свойства хромистого чугуна.

Автором установлены и научно обоснованы закономерности изменения строения расплава, кристаллизационных параметров и структурообразования от величины добавки комплексного модификатора ФСМг7. Впервые установлен характер изменения ликвационных процессов в хромистом чугуне, модифицированном комплексным модификатором ФСМг7 и металлическим иттрием.

Научная новизна заключается в получении закономерностей влияния графитизирующих Cu, Ni, Al, Sn элементов и модификатора ФСМг7 на кристаллизационные параметры и структурообразование хромистого чугуна.

Особый научный интерес представляет исследование влияния электроимпульсной обработки расплава наносекундными электромагнитными импульсами НЭМИ на процесс структурообразования хромистого чугуна. Однако дополнительное модифицирование чугуна 0,25% ФСМг7 после обработки НЭМИ существенно затрудняет оценку влияния собственно НЭМИ. Твёрдость и измельчение структуры практически такие же, как при модифицировании 0,25% ФСМг7 без обработки НЭМИ. Тем не менее, исследования по этому новому направлению воздействия на процесс кристаллизации, по моему мнению, следует развивать по увеличению массы обрабатываемого чугуна и мощности облучения.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, представляются достоверными, так как они сделаны на основании экспериментов, выполненных с использованием современных средств проведения исследований и методик и большим объемом полученных экспериментальных данных. Выводы базируются на современных достижениях теории литейного производства, металловедения, физики конденсированного состояния и не противоречат их основным положениям.

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций по технологии получения низкохромистого чугуна дополнительно легированного никелем и алюминием

модифицированного 0,2...0,25 масс.% ФСМг7, взамен марки ИЧХ28Н2. Технология апробирована в условиях завода и рекомендована для производства отливок, подвергающихся абразивному износу в условиях коррозии в агрессивной среде и повышенных температурах, на ОАО «Баймакский литейно-механический завод».

По материалам диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Из литературного обзора неясен выбор графитизирующих элементов для легирования чугуна, почему не включён наиболее сильный графитизирующий элемент кремний.
2. Для объективной оценки окалиностойкости выбранная база 6 час явно недостаточна. В первые часы окисление идёт в неустановившемся режиме. Вполне вероятно искажение результатов и за счёт обезуглероживания, активно протекающего в начальный период. Вместе с тем следует отметить, что результаты этого раздела не связаны непосредственно с поставленной в работе задачей по управлению процессом структурообразования хромистого чугуна и поэтому могут не рассматриваться без ущерба для представленной работы.
3. Результаты исследований процессов кристаллизации при легировании графитизирующими элементами и модифицировании ФСМг7, а также твёрдости и микротвёрдости структурных составляющих приведены только в графическом виде, таблиц нет.
4. Неудачно выбрана методика приготовления сплава для исследования влияния модифицирования, включающая введение феррохрома в чугун перед модифицированием. Это не гарантирует стабильности состава чугуна по содержанию хрома из-за трудности его растворения. В методике не указан фракционный состав вводимого феррохрома и модификатора, а также масса модифицируемого чугуна и способ ввода модификатора в чугун.
5. К числу общих замечаний следует отнести явные ошибки и некоторые неясности и нестыковки в оформлении, например:
 - 5.1. На стр. 99 дана ссылка на график рис.4.3, на самом деле под этим номером показана структура; на стр. 73 и 78 два рис. 3.11, а рис. 3.13 нет; на стр. 87 и 90 два рис. 3.15 и др.
 - 5.2. На стр. 95 приведен состав модификатора ФСМг7 по ТУ с большим разбегом по содержанию магния, кальция и РЗМ; реальный же состав, использованный в исследованиях не приведен.
 - 5.3. Написано, что приложение А к главе 4, а приложение Б к главе 5, на самом деле к 3 и 4 главе соответственно.
 - 5.4. На стр. 57 приведен конкретный состав исходного, выбранного для исследований чугуна, где нет содержания ванадия, а в последующих результатах он появляется в карбидах.
 - 5.5. На стр. 54 образец для исследований на жаростойкость имеет диаметр 5 мм и длину 10 мм, а на стр. 135 диаметр образца 3 мм и длина 30-40 мм.

5.6. Имеются противоречивые данные на стр. 57: сказано, что при 8 % хрома завершается кристаллизация тригонального карбида, а на стр.95 еще не происходит инверсия с образованием тригонального карбида.

В целом диссертационная работа Ермакова Михаила Александровича является законченной научной квалификационной работой, в которой на основании выполненных исследований показана возможность управлять структурой и свойствами хромистого чугуна путём легирования и модифицирования, и разработаны научно-обоснованные технологические решения, позволяющие получать заданную структуру и свойства среднелегированных хромистых чугунов.

По актуальности, научной новизне, практической значимости, достоверности основных положений, выводов и рекомендаций диссертация соответствует п. 9 Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Ермаков Михаил Александрович, заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 05.16.04 – Литейное производство.

Автореферат и имеющиеся научные публикации с достаточной полнотой отражают основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации.

Официальный оппонент,

главный научный сотрудник АО "Научно- производственное объединение "Центральный научно- исследовательский институт технологии машиностроения",

доктор технических наук. проф.

Ковалевич Евгений Владимирович

Адрес: г. Москва, 115088, Шарикоподшипниковская ул. 4,

АО «НПО «ЦНИИТМАШ», тел. 8(495)675-81-94, e-mail: litotdel12@yandex.ru

Подпись Е.В. Ковалевича заверяю:

Учёный секретарь АО «НПО «ЦНИИТМАШ»

М.А. Бараненко