

**РЕСТИ  
С ПРОИЗВОДСТВА**

*The ways of the high-duty cast iron production of cupola at OAO "MZOO" are considered.*

Л. З. ПИСАРЕНКО, С. Ф. ЛУКАШЕВИЧ, В. К. ФИЛИПЧИК, В. А. ХАЦКЕВИЧ,  
Ф. С. ЛУКАШЕВИЧ, ОАО «МЗОО»

УДК 621.74

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА ИЗ ВАГРАНКИ

В вузовских учебных программах по подготовке инженеров-металлургов для литейного производства, касающихся способов получения высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, однозначно существует мнение, что получение ВЧ из чугуна ваграночной плавки невозможно. Это повлияло на сознание молодых инженеров, которые воспринимают данные утверждения как догму и дальше как внедрение ВЧ с использованием в качестве исходного электропечного чугуна развитие этого производства ограничилось. При этом приводятся весьма веские аргументы о том, что при выплавке исходного жидкого чугуна в обычных вагранках с кислой шамотной футеровкой в нем содержится 0,07–0,15% серы. Температура при выпуске составляет 1370–1420 °С. Потери тепла, связанные с проведением операций перелива чугуна, обработки магнийсодержащими лигатурами, вызывают значительные дополнительные снижения температуры.

Таким образом, по содержанию серы и температуре чугуна, выплавленного в вагранке с шамотной футеровкой, не является оптимальным исходным жидким чугуном для последующей обработки присадками, сфероидизирующих графит.

Однако наши разработки и ноу-хау показывают, что при правильном ведении процесса плавки, рационально выбранном методе обработки присадками и при организации работ, исключающих непроизводительные потери температуры, при использовании кислого ваграночного процесса получение вполне качественных отливок из ВЧ реально.

Из практики литейного производства и литеатурных источников известно, что с целью снижения содержания серы в исходном чугуне производят предварительную обработку его РЗМ, карбидом кальция в качающихся ковшах, продувкой ванны инертным газом, поступающим через пористую пробку, а также другими усложняющими процесс способами, которые ограничивают

возможности получения ВЧ из чугуна с повышенным содержанием серы. Поэтому неслучайно, что наши попытки использовать для получения ЧШГ ваграночной плавки стандартных ферросиликомагневых лигатур фракций 1–5 мм не привели к желаемым результатам. Куски модификатора плохо растворялись в чугуне, образовывали шлаковые включения, а механические свойства и структура отливок не соответствовали чугуну с шаровидным графитом, что и подтверждало якобы версию невозможности использования ваграночного чугуна для получения ЧШГ.

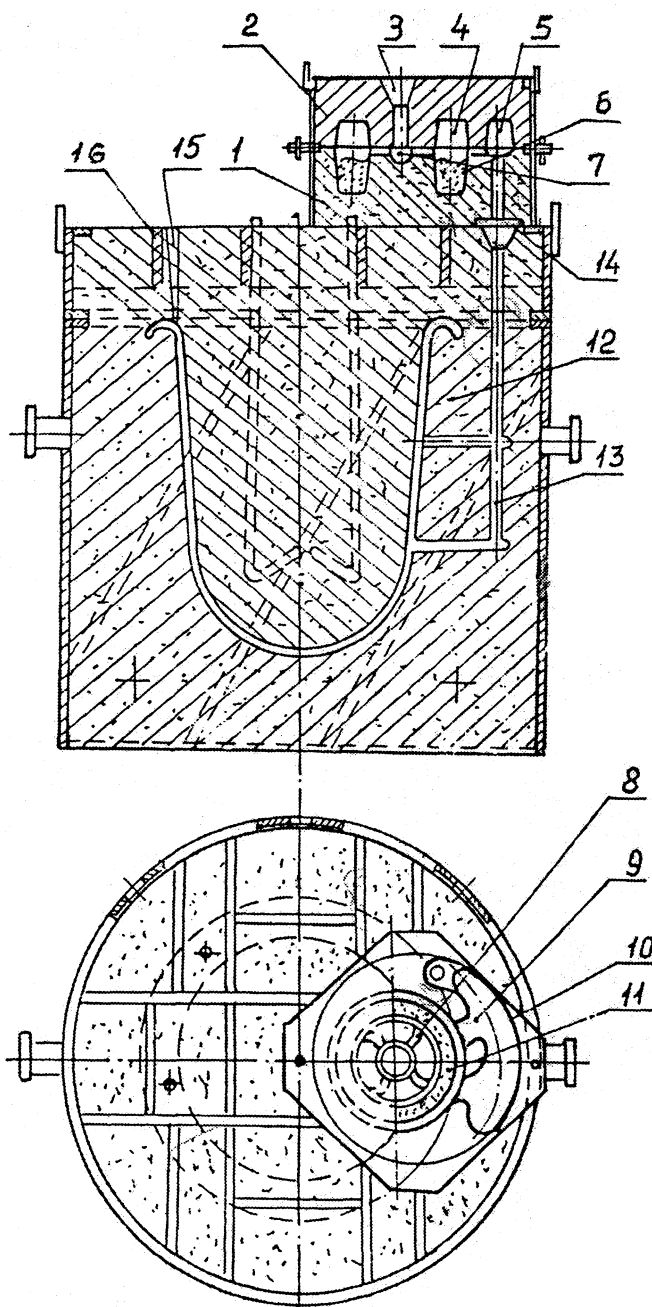
Следует отметить, что все же получение ЧШГ из чугуна ваграночной плавки удачно было решено в ЦНИИТМАШ, где разработан МДС-процесс на основе модификатора, содержащего мелкие частицы чистого магния и наполнители. Использование такого модификатора обеспечивает получение ЧШГ из вагранки при малом пироэффекте. Данная идея использования мелких частиц модификатора для получения ЧШГ из чугуна ваграночной плавки положена нами в основу при разработке технологии. Были приобретены мелкие (обеспыленные) фракции ферросиликомагневой лигатуры. При обработке ваграночного чугуна такой лигатурой совместно с графитизирующим компонентом получен неожиданно высокий результат повышения механических свойств отливок на уровне ВЧ50 и выше с шаровидной и вермикулярной формой графитных включений. Что характерно, отливки не имели “черных пятен” и свойственных для ВЧ других дефектов. Использование мелкой обеспыленной ферросиликомагневой лигатуры позволило получать ВЧ по содержанию кремния, близкому к жаростойкому чугуну марки ЧС5Ш по ГОСТ 7769-82, а также жаростойкий алюминиевый ВЧ. Последний используется для отливки томильных горшков, поддонов термических печей и др. Были получены также поршневые кольца для кузнечных молотов, колеса для рыхления почвы, изложницы для

отливки алюминиевых чушек, тигли для плавки алюминия и др.

Необходимо отметить, что разработанный технологический процесс сфероидизации ваграночного чугуна, как и всякий другой, сопровождался пироэффектом, был чувствительным к передозировке металла, к очень низкой (менее 1300 °С) температуре чугуна, при которых процесс сфероидизации замедляется. Поэтому для решения вопросов качества чугуна и отливок был предложен метод внутриформенного модифицирования, с помощью которого можно решать вопросы ликвидации пироэффекта, стабилизации качества отливок по структуре и свойствам. Этот метод широко используется для получения отливок из ЧШГ во всем мире. Как правило, реакционная камера для модификатора и литейная форма размещаются в одной паре опоки, что наиболее удовлетворяет требованиям массового производства, при этом к чугуну предъявляются жесткие требования по низкому содержанию серы и стабильному составу лигатур. Однако при получении массивных отливок дополнительное размещение реакционной камеры в форме возможно реализовать за счет увеличения площади опоки, что приводит к увеличению расхода формовочной смеси, повышению трудоемкости изготовления форм.

Поэтому была спроектирована и изготовлена модельная оснастка, при использовании которой литейная форма отливки тигля и форма устройства для обработки жидкого чугуна присадками выполняются в отдельных, разъемно связанных между собой опоках, каждая из которых сформирована соответствующими нижними и верхними полуформами, при этом полость реакционной камеры связана с полостью литейной формы через дополнительный стояк и питателями отливки. Фактически, оригинальное устройство для обработки жидкого чугуна присадками выполнено в виде отдельной конструктивной единицы, размеры которой выбираются минимально возможными, и может быть легко установлено на любой литейной форме независимо от размеров отливаемых изделий.

На рисунке схематично в разрезе показаны литейная форма, выполненная в полуформах низа и верха, а также форма устройства для обработки жидкого чугуна присадками, выполненными в опоках верха 2 и низа 1, в которых сформирована кольцевая реакционная камера 4, стояк 3, зумпф 7, входные и выходные питатели 8 и 9, шлакоуловитель 5 с вертикальным каналом для подвода металла к стояку литейной формы. В полость кольцевой реакционной камеры, расположенной в нижней полуформе устройства, засыпается расчетное количество ферросиликомагниевого лигатуры 11.



Эскиз собранной формы: 1 – полуформа низа; 2 – полуформа верха; 3 – стояк; 4 – верхняя часть реакционной камеры; 5 – шлакоуловитель; 6 – нижняя часть реакционной камеры; 7 – зумпф; 8 – входные питатели; 9 – выходные питатели; 10 – нижняя часть шлакоуловителя; 11 – лигатура; 12 – полуформа низа; 13 – стояк с питателем; 14 – сетка из стекловолокна; 15 – выпор; 16 – опока верха с болваном

Устройство для обработки жидкого чугуна присадками и литейная форма работают следующим образом. На дно ковша для модифицирования и разливки чугуна в зависимости от назначения чугуна добавляют расчетное количество добавок алюминия или без него. После заливки чугуна в ковш тщательно перемешивают и счищают шлак. Затем производят заливку чугуна в литейную форму через литниковую воронку устройства. Металл через стояк, зумпф и входные

питатели, расположенные под углом, поступает в кольцевую реакционную камеру, где создается вращательное движение металла по кольцу, чем обеспечивается послойное растворение ферросиликомагнезиевой структуры без образования застойных зон. Модифицированный чугун через выходные питатели, расположенные под углом, попадает в шлакоуловитель и далее через вертикальный стояк в стояк формы тигля. Заливка форм происходит без пироэффекта. После заливки формы, о чем свидетельствует появление металла в выпоре, заливка прекращается. После остывания отливка тигля извлекается из формы, дробеструится и оценивается ее качество.

Однако отливки тиглей, полученных таким способом, имели дефекты в виде включений нерастворившихся частиц модификаторов, которые попали в литейную форму несмотря на сифонную заливку. И хотя качество самого металла соответствовало ВЧ, из-за наличия шлаковых включений эксплуатационные и ресурсные возможности данного материала в полной мере не были реализованы, стойкость тиглей признана лишь на 20% выше, чем из обычного серого чугуна, т.е. тигли выбраковывались раньше срока из-за боязни прорыва металла.

Поэтому были приняты качественно новые технические решения, обеспечивающие получение «здоровых» отливок. Была введена операция обессеривания (предсфероидизирующая обработка) чугуна. На дно разливочного ковша загружали расчетное количество мелкой фракции ферросиликомагнезиевой лигатуры и графитизирующий модификатор. В разливочный ковш заливали чугун и после небольшого и непродолжительного пироэффекта шлак счищали и ковш с металлом подавали на заливку формы. Предварительно перед сборкой загружали в кольцевую реакционную камеру ферросиликомагнезиевую лигатуру фракции 1–5 мм в количестве, примерно в 2 раза меньшем, чем в предыдущем варианте. И еще введено одно

важное техническое решение – установка при сборке формы фильтровальной сетки из стеклоткани на пути движения металла в стояке к форме. После заливки чугуна в литейную форму через литниковую воронку устройства отливка охлаждалась и извлекалась из формы. После дробеметной очистки оценивалось качество тигля. Поверхность тигля была чистой, без шлаковых включений. Механические свойства чугуна после предсфероидизирующей обработки:  $\sigma_b=150$  МПа, HB170, содержание серы – 0,05%. Механические свойства чугуна после внутриформенного модифицирования:  $\sigma_b=550$  МПа,  $\delta=2,7$  мм, HB207, содержание серы 0,01%, что соответствует марки ВЧ50.

В настоящее время тигель проходит успешные производственные испытания. Идет выполнение заказов для з-дов “Брестмаш”, “Брестгазппарат”, ПРУП “ММЗ” и др. Полученные отливки тиглей с уникальными прочностными характеристиками обеспечат в 2–3 раза повышение стойкости тиглей.

ОАО “МЗОО” является единственным в республике предприятием, которое организовало выпуск тиглей высокого качества. Необходимо также отметить, что принятое направление использования предсфероидизирующей обработки, внутриформенного модифицирования и фильтрации металла открывает дополнительные возможности получения более качественных отливок, в том числе и томительных горшков для внутрипроизводственного использования с более высокими характеристиками по термической стойкости. Разработки защищены патентами РБ.

По вопросам изготовления тиглей для плавки алюминия и других отливок из ВЧ обращаться по следующим контактным телефонам:

Директор 203-12-25

Технический директор 204-42-03

ОГМет 204-61-92