

## **Быстроохлажденный, гранулированный модификатор для получения высокопрочного чугуна**

Студент группы 104114 Кирсанов Б.А.

Научный руководитель – Слуцкий А.Г.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Внедрение высокопрочного чугуна в машиностроение обусловлено рядом экономических, технологических и эксплуатационных преимуществ его по сравнению с традиционно применяемыми литыми материалами. По своим механическим свойствам модифицированные магнием чугуны превышают серый и ковкий чугуны, кроме того, во многих случаях они имеют преимущества по ряду эксплуатационных характеристик по сравнению с углеродистой или низколегированной сталью.

В практике литейного производства широко используются различные способы получения ЧШГ. Это ковшевая обработка расплава металлическим магнием, различными магнийсодержащими лигатурами. Основными технологическими операциями, обеспечивающими стабильное получение высокопрочного чугуна являются:

1. Процесс десульфурации, позволяющий за счет обработки исходного расплава специальными реагентами снизить концентрацию серы.
2. Сфероидизирующая обработка – за счет введения в жидкий расплав магнийсодержащих модификаторов для формирования в структуре шаровидного графита.
3. Вторичное графитизирующее модифицирование для получения отливок без отбела.

Наряду с чистым магнием в практике производства ЧШГ используются различные лигатуры. По удельному весу различают тяжелые и легкие лигатуры. Применительно к чугунному литью в БНТУ разработаны составы комплексных модификаторов на основе алюминия, содержащего магний, кальций, РЗМ и технология их получения. Схема экспериментальной установки по гранулированию комплексного модификатора представлена на рисунке 1.

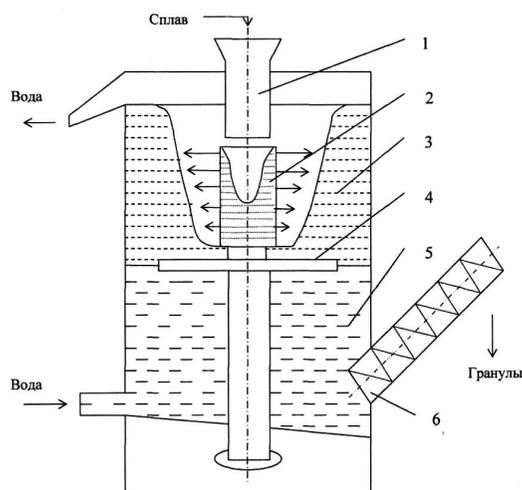


Рисунок 1 – Схема установки для получения комплексного модификатора.

1 – приемная воронка; 2 – перфорированный стакан; 3 – водяная воронка;  
4 – активатор; 5 транспортер гранул; 6 – корпус.

Она состоит из следующих основных узлов: лоток для подачи жидкого модификатора 1; стакан-гранулятор 2; бак 3; диск разгона воды 4; механизм выгрузки готовых гранул 5. Установка работает следующим способом. В бак 3 подается вода и по заполнению до уровня диска 4 включается его вращение вместе со стаканом-гранулятором 2. За счет вращения диска производится разгон воды с последующим ее подъемом вдоль стенки бака до сливного лотка. После чего из плавильной печи в ковш выпускают порцию жидкого модификатора и через приемный лоток 1 тонкой струей выливают во вращающийся стакан-регулятор, имеющий большое количество отверстий диаметром 3-5мм. За счет вращения стакана происходит эффективное дробление модификатора с последующим быстрым охлаждением вращающейся массой воды. Извлечение готовых гранул осуществляется шнековым питателем. В дальнейшем полученный модификатор подвергается сушке при температуре 130-150°C.

По данной технологии был изготовлен гранулированный модификатор для сфероидизирующей обработки высокопрочного чугуна. Химический состав полученного модификатора приведен в таблице 1. В качестве примера на рисунке 2 представлена фотография образца гранулированного модификатора. На рисунке 3 представлены результаты исследований фракционного состава гранулированного модификатора. Видно, что основная доля гранул приходится на фракцию 2-4 мм. Технология обеспечивает практически безотходное производство, что выгодно отличает ее от классической схемы: заливки жидкого модификатора в изложницы с последующим дроблением, при котором значительная часть материала идет в отходы.

Таблица 1– Химический состав модификатора

Наименование модификатора	Содержание элементов, %					
	Si	Fe	Mg	РЗМ	Ca	Al
МИГ(Mg)	17	8,7	5,5	9,0(расчетн.)	-	остальное

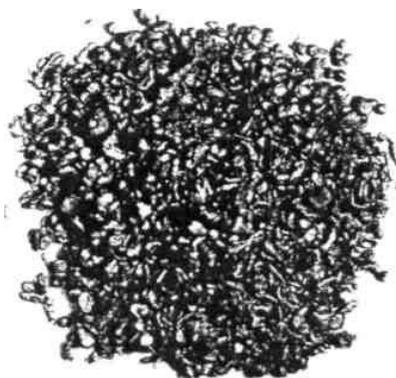


Рисунок 2 – Внешний вид гранулированного магнийсодержащего модификатора

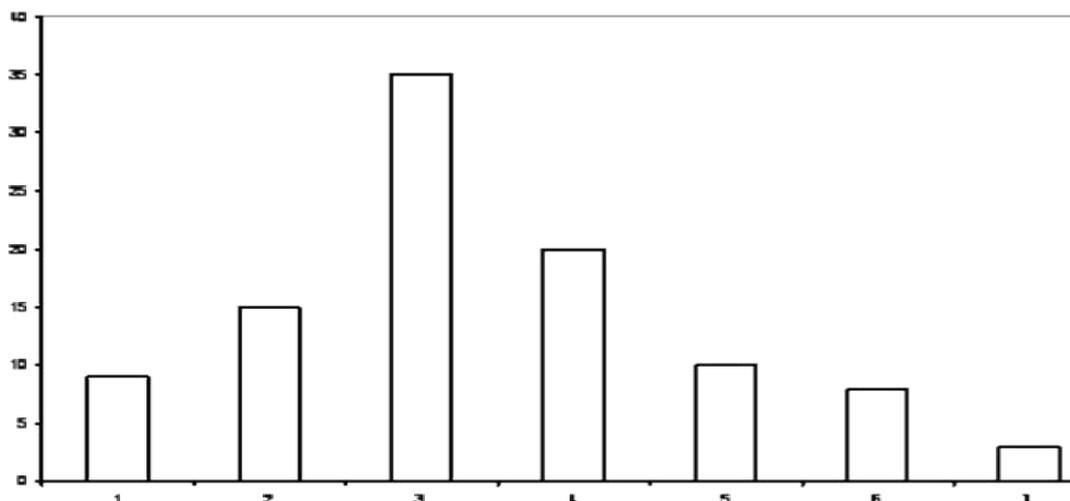


Рисунок 3 – Фракционный состав модификатора

Исследование процесса сфероидизирующего модифицирования осуществляли при выпловке исходного серого чугуна в индукционной тигельной печи ИСТ-006. Гранулированный магнийсодержащий модификатор в количестве 1-2% вводился на дно предварительно разогретого ковша. Контролировались следующие параметры: глубина отбела исходного и модифицированного чугунов, химический состав, твердость, макро- и микроструктура (таблица 2).

Таблице 2 - Результаты исследований

№ пп	Состав чугуна	Сфероидизирующая лигатура		Глубина отбела, мм	Твердость НВ	Микроструктура				
		марка	Количество, %			Металлическая основа		Графит		
						Перлит	Феррит	Форма	Диаметр (длина)	Количество
1	исходный	-	-	3	229	П70	Ф30	ПГф2	ПГд45	ПГ6
2	модифицированный	МИГ	1,0	0	213	П60	Ф40	ПГф2 ВГФ2	ПГд25 ШГд 25	ПГ2В Г4
3	модифицированный	МИГ	2,0	0	219	П60	Ф40	ШГФ 4	ШГд 25	ШГ 4

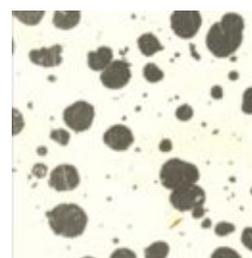
В качестве примера на рисунке 4 представлены фотографии микроструктуры включений графита исходного серого и высокопрочных чугунов полученных с использованием быстроохлажденного гранулированного модификатора, содержащего 5,5% магния.



0,1 %  
Пластинчатый графит



1,0 %  
Вермикулярный графит



2,0 %  
Шаровидный графит

Рисунок 4–Влияние добавок модификатора на форму графитных включений

Анализ полученных результатов свидетельствует о реальной возможности получения чугуна с вермикулярным и шаровидным графитом с использованием быстроохлажденного гранулированного модификатора на основе алюминия содержащего (5,0-6,0%)магния.

#### **Литература**

1 Ващенко К.И., Софрони Л. Магнийсодержащий чугун.– Москва-Киев: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы,1960.–487с.

2 Гольштейн Я.Е., Мизин В.Г. Модифицирование и микролегирование чугуна и стали. – М.: Металлургия, 1986. – 272 с.

3 Леках С.Н., Бестужев Н. И. Внепечная обработка высококачественных чугунов в машиностроении. – Минск: Наука и техника,1992. –269с.