

УДК 621.74

Фесенко М. А., Косячков В. А., Фесенко А. Н., Фесенко Е. В.**ПОЛУЧЕНИЕ ДВУХСЛОЙНЫХ И ДВУХСТОРОННИХ ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК МЕТОДОМ ВНУТРИФОРМЕННОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ РАСПЛАВА**

Условия работы отдельных деталей машин и механизмов требуют сочетания в них противоположных свойств, например, высокой твердости и износостойкости с одновременным обеспечением хорошей пластичности. Эти условия возможно обеспечить при производстве двухслойных и двухсторонних деталей с дифференцированными структурой и свойствами. Примерами двухслойных деталей могут служить валки прокатных станов, втулки, вальцы и щеки дробилок, бронефутеровочные плиты, склизы сыпучих материалов, а примерами двухсторонних – насадки отбойных молотков, рыхлители почв, лемехи плугов, зубья ковшей экскаваторов и др. Высокую твердость и износостойкость в деталях обеспечивает белый чугун с карбидными включениями железа и других элементов в ледебуритной эвтектике, а повышенную пластичность и ударную вязкость – высокопрочный чугун с шаровидным графитом ферритного класса [1, 2].

На сегодняшний день производство деталей с дифференцированными свойствами в отдельных частях или зонах осуществляется различными способами. Наибольший интерес представляют способы получения таких деталей методом литья. Чаще всего их получают путем последовательной заливки общей литейной формы разнородными чугунами [3–5]. Основным недостатком технологий получения отливок с дифференцированной структурой и свойствами при использовании для заливки двух и более сплавов является необходимость выплавки их в разных плавильных агрегатах или выплавки базового сплава в одном плавильном агрегате с последующей обработкой до заливки литейной формы части расплава модифицирующими, легирующими добавками в миксере или ковше. Кроме этого, существующие технологии требуют строгой синхронизации процессов подготовки двух разнородных расплавов с заливкой литейной формы.

На кафедрах литейного производства Национального технического университета Украины «КПИ», (г. Киев) и Донбасской государственной машиностроительной академии (г. Краматорск) отработывается принципиально новый способ дифференциации структуры и свойств чугуна в разных частях отливки, лишенный указанных недостатков [6–10].

В основу способа положена технология внутриформенной обработки расплава в реакционной камере литниковой системы литейной формы, или так называемый Inmold-process [11]. Идея нового способа заключается в выплавке исходного белого чугуна в одном плавильном агрегате и заливке его в нижнюю часть полости формы, где кристаллизуется твердый рабочий слой отливки. Оставшуюся часть формы заливают тем же исходным чугуном через вторую независимую (автономную) литниковую систему с реакционной камерой, где белый чугун обрабатывается сфероидизирующим модификатором и впоследствии формирует мягкий матричный слой отливки из высокопрочного чугуна (рис. 1, а).

При использовании автономных литниковых систем с двумя реакционными камерами со сфероидизирующим и с карбидостабилизирующим модификаторами появляется возможность заливки литейной формы, обычным серым чугуном эвтектического состава, обеспечивая при этом формирование структуры и свойств белого чугуна в нижнем слое отливки и высокопрочного чугуна с шаровидным графитом в верхней ее части (рис. 1, б).

Для получения двухсторонних отливок литейную форму заливают белым исходным чугуном через две независимые литниковые системы, разделяющие расплав на два потока. Один из потоков расплава исходного чугуна заполняет полость формы, где кристаллизуется

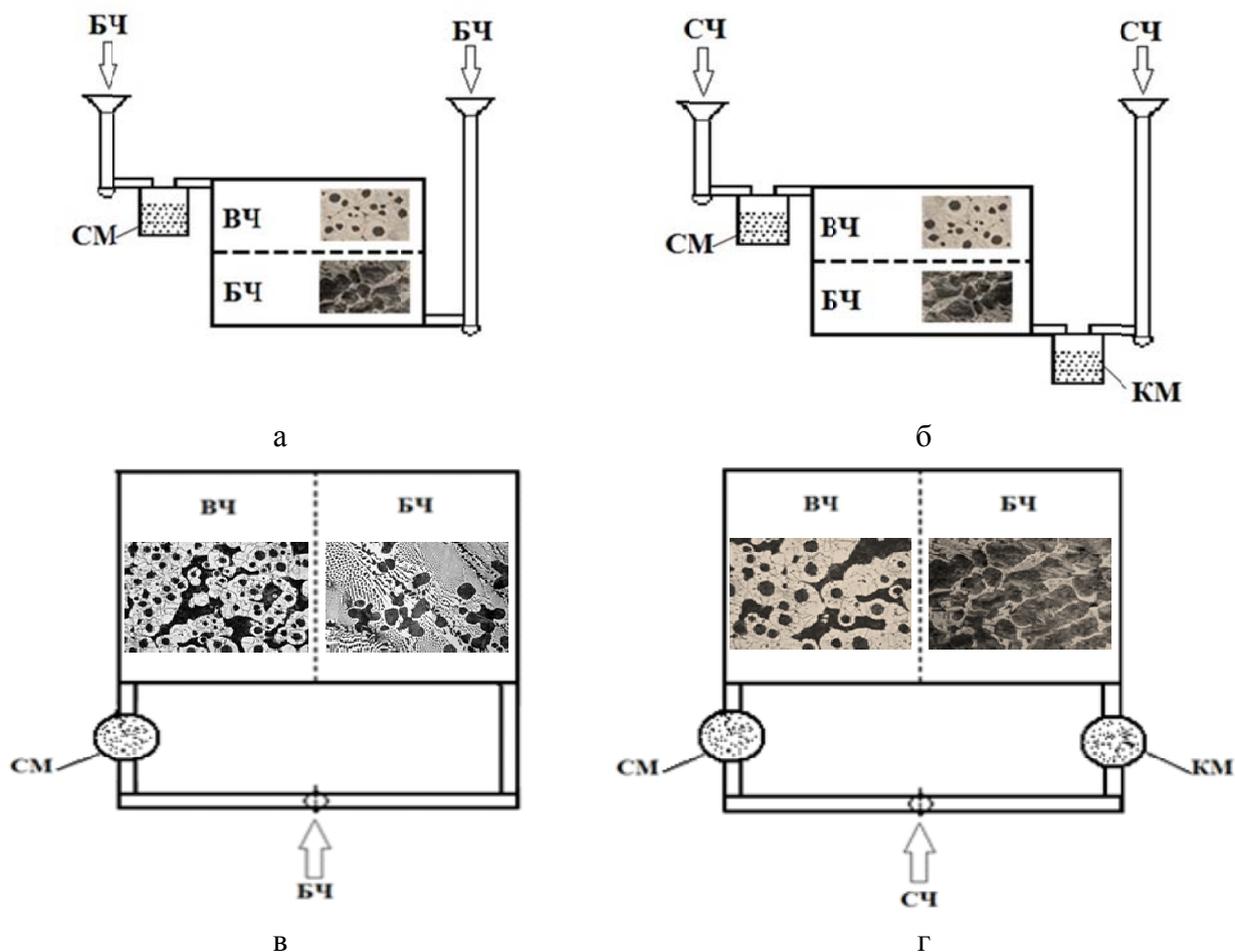


Рис.1. Схема технологических вариантов получения двухслойных (а, б) и двухсторонних (в, г) отливок из белого (БЧ) и высокопрочного (ВЧ) чугунов на базе исходного белого (БЧ) или серого (СЧ) чугунов, с частичным модифицированием металла в литейной форме сфероидизирующим (СМ) или карбидостабилизирующим (КМ) модификаторами:

а – двухслойная отливка из белого чугуна; б – двухслойная отливка из высокопрочного чугуна; в – двухсторонняя отливка из белого чугуна; г – двухсторонняя отливка из высокопрочного чугуна

белый чугун твердой рабочей части, а расплав второго потока – модифицируется в реакционной камере сфероидизирующим модификатором и впоследствии кристаллизуется в форме, формируя вторую часть отливки из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (рис. 1, в). Принципиально возможно заливать форму обычным серым чугуном с модифицированием двух отдельных потоков – один сфероидизирующим, а другой карбидостабилизирующим модификаторами, при этом достигая такой же цели, как и в предыдущем варианте отливки (рис. 1, г). Принципиальная новизна способа для установления оптимальных режимов и параметров литья потребовала проведения ряда экспериментальных исследований.

Целью данной работы являлось исследование процесса получения двухслойных и двухсторонних отливок с дифференцированной структурой и свойствами в их локальных частях из одного исходного чугуна с применением технологии внутриформенного модифицирования расплава.

Первые лабораторные опробования нового метода показали отрицательные результаты. Вместо ожидаемых дифференцированной структуры и свойств в двухсторонних или двухслойных отливках все экспериментальные отливки кристаллизовались из обычного серого чугуна с пластинчатым графитом. Причиной этому являлось гидродинамическое

перемешивание разнородных потоков при заливке форм жидким металлом и последующее конвективно-диффузионное перераспределение в жидком и жидко-твердом сплаве элементов-модификаторов из одного слоя в другой, что приводило к нивелировке и усреднению состава, а, следовательно, структуры и свойств чугуна по всему объему отливки.

Проблему предотвращения гидродинамического перемешивания и перераспределения элементов при получении двухсторонних отливок (рис. 1, в, г) разрешили установкой в полость литейной формы вертикальной разделительной перегородки из листового оцинкованного железа (рис. 2).

При определенном сочетании толщины разделительной перегородки и температуры заливаемого расплава время растворения (расплавления) перегородки совпадало со временем нахождения чугуна в жидком и жидко – твердом состоянии, что предотвращало перемешивание расплава и обеспечивало получение отливок с дифференцированными свойствами в разных частях отливки. В отдельных случаях перегородка полностью не расплавляется, а частично подплавляется, надежно свариваясь с правой и левой частью отливки (рис. 3).

Ту же самую проблему при получении двухслойных отливок (рис. 1 а, б) разрешили паузой во времени между двумя этапами заливки формы. При определенной паузе, достаточной для образования на поверхности нижнего слоя плиты твердой разделительной корочки, гидродинамическое перемешивание в слоях предотвращается. В результате кристаллизуется отливка из белого чугуна в нижнем слое и высокопрочного чугуна с шаровидным графитом в верхнем слое двухслойной отливки (рис.4).



Рис. 2. Общий вид литейной формы со вставленной в полость формы вертикальной перегородкой из оцинкованного железа



Рис. 3. Результаты исследований структуры двухсторонней отливки:
 а – микроструктура левой части; б – излом; в – микроструктура правой части



Рис. 4. Результаты исследований структуры двухслойной отливки:
а – микроструктура верхней части; б – излом; в – микроструктура нижней части

ВЫВОДЫ

Таким образом, в работе подтверждена возможность реализации предложенного нового способа дифференциации структуры и свойств чугуна в локальных частях или слоях деталей, получаемых путем внутриформенного модифицирования заливаемого базового расплава, выплавленного в одном плавильном агрегате.

Результаты многочисленных лабораторных исследований свидетельствуют о перспективности применения предлагаемого способа на промышленных предприятиях при изготовлении деталей, работающих в условиях безударно-абразивного или ударно-абразивного износа.

Предложенный способ позволяет значительно упростить технологический процесс изготовления отливок с дифференцированными свойствами, сократить расход дефицитных и дорогостоящих легирующих элементов, снизить себестоимость литья, а также исключает необходимость установки в литейном цеху дополнительного оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Могилев В. К. Повышение стойкости изложниц и прокатных валков / В. К. Могилев, О. И. Лев // М. : Металлургия, 1986. – 118 с.
2. Ващенко К. И. Магнийевый чугун / К. И. Ващенко, Л. Софрони // М. – К. : Машиз, 1960. – 488 с.
3. Лузан П. П. Основные направления исследований в области получения отливок с дифференцированными физико-механическими свойствами / П. П. Лузан // Многослойное литье. – Киев, 1970. – С. 3–8.
4. Позняк Л. А. Основные направления производства литых биметаллов / Л. А. Позняк, Г. Д. Костенко, А. А. Снежко // Сб. «Литье биметаллических изделий». – ИПЛ АН УССР, Киев, 1976, С. 3–15.
5. Костенко Г. Д. Гидродинамические особенности процессов получения биметаллических отливок / Г. Д. Костенко, О. А. Пеликан, Ю. Н. Романенко, Д. Г. Костенко // Процессы литья, 2006. – № 1. – С. 69–73.
6. Патент №27681 U 2007 07328, B22D27/00. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими властивостями / Фесенко М. А., Косячков В. О. Фесенко А. М. – Заявл. 02.07.2007; опубл. 12.11.2007, Бюл. № 18, 2007.
7. Патент № 32662 U 2008 00343, B22 D27/00. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями // Фесенко А. М., Фесенко М. А., Косячков В. О. Заявл. 10.01.2008, опубл. 26.05.2008. Бюл. № 10, 2008 р.
8. Патент № 41383 U 2008 11908, B22 D27/00. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями // Фесенко А. М., Фесенко М. А., Косячков В. О., Ємельяненко К. В. Заявл. 07.10.2008, опубл. 25.05.2009. Бюл. № 10, 2009 р.
9. Патент № 42477 U 2009 00188, B22D 27/00. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями // Фесенко А. М., Фесенко М. А., Косячков В. О., Ємельяненко К. В. Заявл. 12.01.2009, опубл. 10.07.2009. Бюл. № 13, 2009 р.
10. Патент № 42795 U 2009 00009, B22D 27/00. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями // Фесенко М. А., Фесенко А. М., Косячков В. О., Ємельяненко К. В. Заявл. 05.01.2009, опубл. 27.07.2009. Бюл. № 14, 2009 р.
11. McCaulay J. L. Production of nodular graphite iron casting by the in mold-process / J. L. McCaulay // Foundry trade journal, 1971. – № 4, P. 327–332, 335.