

Опытная проверка разработанного модификатора проводилась в литейной лаборатории Минского автомобильного завода. Наряду с заливкой образцов для испытания физико-механических свойств чугуна проверялась склонность чугуна к отбелу с помощью специальной пробы, которая представляет собой тонкую пластину толщиной 4 мм и двух ступеней высотой 14 и 24 мм. Расстояние между ступенями 55 мм и общая длина пластины 110 мм. Конфигурация пробы позволяла с достаточной точностью воспроизвести условия формирования структуры в реальных тонкостенных отливках из магниевого чугуна с шаровидным графитом. Эффективность действия модификатора определялась площадью, занимаемой структурно-свободным цементитом в сечении тонкой стенки между двумя утолщениями. Так, в сечении тонкой стенки полностью отсутствовал структурно-свободный цементит при добавке 1% ферросилиция ФС75, а использование комплексной присадки позволило получить такой же результат при вдвое меньшей величине добавки (0,1% силикомишметалла и 0,4% ферросилиция ФС75). Следовательно, комплексная присадка не только меньше захламляет чугун при обработке, но и сокращает продолжительность обработки.

УДК 621.745.34

*В.М.Королев, И.Ю.Сапонько, Е.В.Герливанов,
В.М.Попов, А.П.Жуков, О.Д.Бунаков, А.И.Мерзляков*

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУНА В ДУГОВЫХ ЭЛЕКТРОПЕЧАХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ШИХТЕ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ

Значительные перспективы для упрощения технологии получения высокопрочного чугуна открывает применение в качестве шихтового материала низкосернистых науглероженных металлизированных окатышей.

Разработка технологии производства чугуна в дуговых электрических печах на основе шихты, включающей окатыши, проводилась в литейных цехах Минского автомобильного завода и завода "Ижтяжбуммаш". Металлизированные окатыши вводились в состав шихты взамен стального лома и доменного чугуна.

При получении чугуна с высоким содержанием углерода плавки проводились в литейном цехе № 30 завода "Ижтяжбуммаш" в дуговой электропечи емкостью 25 т. Футеровка печи — основная. Металлическая часть шихты состояла из литейного чугуна марки ЛК-4, металлизированных окатышей и возврата собственного производства. Металлизированные окатыши, полученные на Белорещком металлургическом комбинате, имели следующий

состав: $Fe_{\text{общ}}$ — 88,5%; $Fe_{\text{мет}}$ — 85,5%; FeO — 2,7%; C — 2,0%. Количество окатышей в шихте изменялось от 15 до 45%. Для получения заданной концентрации углерода в чугуне в твердую закалку присаживали графитовую крошку фракции 0–3 мм (ТУ 48-20-54-75). Наличие в окатышах кислой породы обусловливало необходимость присадки в печь известняка, количество которого изменялось от 3,5 до 6,0%.

Установлено, что использование в шихте металлургических окатышей в количестве 15–45% не приводило к нарушению технологического режима плавки. Образующийся жидкоподвижный шлак не препятствовал плавле-нию шихты. Скачивание его в конце плавки перед выпуском металла не представляло каких-либо затруднений. Химический состав шлака, а также содержание газов в выплавленном чугуне приведены в табл. 1, 2.

Применение окатышей позволяет увеличить плотность загрузки шихты. Это способствует более равномерному ходу плавки и уменьшению потерь тепла. Поэтому, несмотря на необходимость нагрева шлакообразующих окислов, входящих в состав металлургического сырья, продолжительность плавки и расход электроэнергии при использовании окатышей не изменяются в сравнении с плавкой на традиционной шихте (табл. 3).

Выход металла из окатышей соответствовал общему содержанию в них железа, что свидетельствует о довосстановлении в ходе плавки окислов железа, содержащихся в окатышах.

Использование окатышей приводило к значительному снижению содержания в чугуне карбидостабилизирующих элементов, в частности хрома, а также вредных примесей — фосфора и серы. При плавке на основе тради-

Т а б л и ц а 1. Состав шлака при плавке в дуговой электропечи ДСП-25

| Количество окатышей в шихте, % | Химический состав шлака, % | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|-------|-----------|---------|-------|-------|-----------|-------|
| | $Fe_{\text{общ}}$ | FeO | Fe_2O_3 | SiO_2 | CaO | MgO | Al_2O_3 | MnO |
| 0 | 8,65 | 8,45 | 2,97 | 42,87 | 9,52 | 24,08 | 7,25 | 2,15 |
| 45 | 5,26 | 5,40 | 1,51 | 41,97 | 19,16 | 23,18 | 3,62 | 2,18 |

Т а б л и ц а 2. Содержание газов в чугуне, выплавленном в дуговой электропечи ДСП-25

| Количество окатышей в шихте, % | Содержание газов в металле, % | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------|--------|
| | O_2 | H_2 | N_2 |
| 0 | 0,0122 | 0,00115 | 0,0069 |
| 45 | 0,0108 | 0,00161 | 0,0047 |

Т а б л и ц а 3. Технологические параметры плавки чугуна в дуговой электропечи ДСП-25

| Количество окатышей в шихте, % | Вес садки, т | Продолжительность плавки, мин | Расход электроэнергии, кВт.ч/т |
|--------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 15 | 24,3 | 280 | 620 |
| 0 | 24—25 | 247 | 590 |
| 30 | 13,5 | 201 | 663 |
| 0 | 13—14 | 207 | 670 |
| 45 | 15,0 | 220 | 650 |
| 0 | 15—16 | 230 | 662 |

ционной шихты концентрация этих элементов находится в пределах: хрома — 0,15–0,20%, фосфора — 0,10–0,12%, серы — 0,025–0,030%. Введение в состав шихты 45% окатышей позволит уменьшить содержание указанных элементов до 0,06–0,07%, 0,08–0,10%, 0,013–0,14% соответственно.

Опытно-промышленное опробование технологического процесса плавки чугуна на основе окатышей проводилось также в цехе специального литья Минского автомобильного завода. В данном случае металлизированные окатыши были использованы в качестве заменителя стального лома при выплавке чугуна с низким содержанием углерода.

Установлено, что присутствие в шихте окатышей не затрудняет процесс плавки. Продолжительность плавки и расход электроэнергии практически не изменяются в сравнении с плавкой на обычной шихте. Выход металла из окатышей соответствовал общему содержанию в них железа. Угар элементов при плавке составил: углерода — 7%, кремния — 17%, марганца — 28%, хрома — 15%. Данные показатели не превышают соответствующих значений в случае использования традиционных шихтовых материалов.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что использование металлизированного железорудного сырья в составе шихты взамен стального лома и литейного чугуна не ухудшает технико-экономические показатели процесса плавки в электродуговой печи. Вместе с тем низкое содержание в окатышах марганца, хрома, фосфора и серы позволяет эффективно использовать новый шихтовый материал для упрощения технологии производства и повышения качества отливок из чугуна с шаровидным графитом. Примером практической реализации данной возможности служит опытно-промышленное опробование технологического процесса производства высокопрочного чугуна с шаровидным графитом при использовании в шихте металлизированных окатышей. Плавка проводилась в литейном цехе завода "Ижтяжбуммаш" в дуговой электрической печи емкостью 25 т по технологии, описанной выше. Количество окатышей в шихте составляло 48%. Модифицирование чугуна и разливка осуществлялись в соответствии

с требованиями заводской технологии. Образцы для определения механических свойств сплава изготавливались из треновидной пробы.

Установлено, что выплавленный чугун в литом состоянии содержит в структуре порядка 50% феррита, а механические свойства его соответствуют марке ВЧ 45-5. В производственных условиях для получения чугуна, обладающего указанными свойствами, применяется графитизирующий отжиг. Возможность изготовления сплава с данными механическими характеристиками в литом состоянии является результатом снижения концентрации марганца до 0,3% и хрома до 0,08–0,10%. Для получения сплава, обладающего в литом состоянии высокой пластичностью, содержание карбидостабилизирующих элементов в нем необходимо уменьшить до более низких пределов, что осуществимо в случае использования шихты, состоящей из металлургического железорудного сырья и возврата собственного производства.

УДК 621.74.011

А.М.Дмитрович, И.Н.Ушакова

К ВОПРОСУ ОБ УЛУЧШЕНИИ ВЫБИВАЕМОСТИ ЖИДКОСТЕКОВЫХ СМЕСЕЙ

Нерешенной проблемой в применении жидкостекловых смесей остается улучшение их выбиваемости из отливок. Одним из путей ее решения является дополнительный ввод в состав смеси органических и неорганических добавок (табл. 1).

Органические добавки по характеру воздействия и интервалу температурного влияния могут быть разделены на 6 основных групп.

Применение органических добавок первой группы эффективно лишь при нагреве жидкостекловых смесей до 750°C, при более высоких температурах образуется легкоплавкая эвтектика, которая после охлаждения цементирует зерна песка в прочную монолитную массу. Аналогично влияют добавки второй группы. Мнение исследователей о целесообразности использования добавок третьей группы не совпадают. Во многих литературных источниках рекомендуется введение их в состав смесей, в то время как другие авторы считают, что указанные добавки не оказывают существенного влияния на улучшение выбиваемости. Более значительную эффективность обеспечивают как при низких, так и при высоких температурах добавки четвертой группы.

Своеобразно воздействие добавок пятой группы: значительно улучшая выбиваемость, многие из них ухудшают технологические свойства смеси