

В.М.КОРОЛЕВ, канд.техн.наук,
В.М.МИХАЙЛОВСКИЙ, И.В.ДОРОЖКО,
канд.техн.наук, Г.В.СТЕПАНЮК (БПИ)

ВЛИЯНИЕ Mg, Ce, Y НА СВОЙСТВА ЧУГУНА В ЖИДКОМ И ТВЕРДОМ СОСТОЯНИЯХ

Влияние микродобавок на свойства высокоуглеродистых сплавов железа необходимо рассматривать в тесной связи с изменением свойств металла в жидком состоянии. Эти вопросы имеют особо важное значение в производстве высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, получение которого непосредственно связано с использованием ряда элементов-сфероидизаторов, обладающих высокой химической активностью в расплавах железа. Вступая во взаимодействие с компонентами сплава, изменяя характер и значение сил межчастичного взаимодействия, данные элементы оказывают существенное влияние на строение и свойства жидкого металла, условия структурообразования и свойства получаемых отливок.

В работе исследовали влияние Mg, Ce и Y на кинематическую ν и ударную KC вязкости синтетического чугуна, содержащего 3,4–3,6 % C; 2,4–2,6 % Si; 0,01 % Mn; 0,008 % S; 0,021 % P. Ударную вязкость определяли на литых образцах размерами 10x10x55 мм с помощью ротационного копра типа PCO, кинематическую – методом крутильных колебаний тигля с исследуемым расплавом по методике Е.Г.Швидковского.

Результаты измерения ν чугуна, модифицированного Mg, Ce и Y, представлены на рис. 1. Обработка расплава элементами-сфероидизаторами (до 0,1 %) приводит к снижению его вязкости, при этом наиболее эффективное влияние оказывают малые добавки (0,05 %). Присадки модификаторов свыше 0,15 % вызывают повышение ν . Данная закономерность изменения ν особенно четко проявляется при модифицировании чугуна церием.

Известно, что на вязкость жидкого железа сильное влияние оказывают кислород, сера и азот. Являясь поверхностно-активными и сосредоточиваясь преимущественно в разупорядоченной зоне, эти примеси образуют устойчивые микрогруппировки с атомами растворителя, в которых силы связи преобладают над силами межчастичного взаимодействия. Последнее приводит к значительному повышению кинематической вязкости расплава железа. Рафинирование сплавов железа путем обработки жидкого металла химически активными элементами, связывающими S, O, N в устойчивые химические соединения, должно способствовать снижению ν . Именно этим объясняется снижение ν чугуна при введении в него небольших добавок Mg, Ce, Y. Рост кинематической вязкости в области заоптимальных концентраций Mg, Ce и Y связан, вероятно, с изменениями энергии межчастичного взаимодействия вследствие образования микрогруппировок модификатора с компонентами сплава.

Анализ температурных зависимостей изобарных термодинамических потенциалов реакций образования оксидов, сульфидов и нитридов модификаторов, вводимых в чугун, свидетельствуют о наиболее высокой рафинирующей способности Y и Ce. Однако иттрий оказывает менее эффективное влияние на

снижение ν . Это объясняется, по-видимому, недостаточной степенью усвоения иттрия, температура плавления которого 1525°C , что значительно превышает температуру модифицирования чугуна.

Механические испытания исследованных чугунов на ударный изгиб показали определенную взаимосвязь между свойствами металла в жидком и твердом состояниях. Минимальным значениям ν соответствуют максимальные значения $KС$. Однако сравнение абсолютных значений ν и $KС$ чугунов, модифицированных Mg , Ce и Y , показывает, что здесь не наблюдается тесной корреляционной связи. Если минимальной вязкостью обладает цериевый чугун, то максимальными значениями $KС$ характеризуется сплав, модифицированный магнием. Это свидетельствует о многофакторном влиянии исследованных микродобавок на процессы структурообразования и ударную вязкость чугуна. Важнейшим из этих факторов является степень сфероидизации графитных включений. Кроме того, процесс разрушения при ударных нагрузках зависит также от глубины рафинирования расплава и воздействия остаточных концентраций

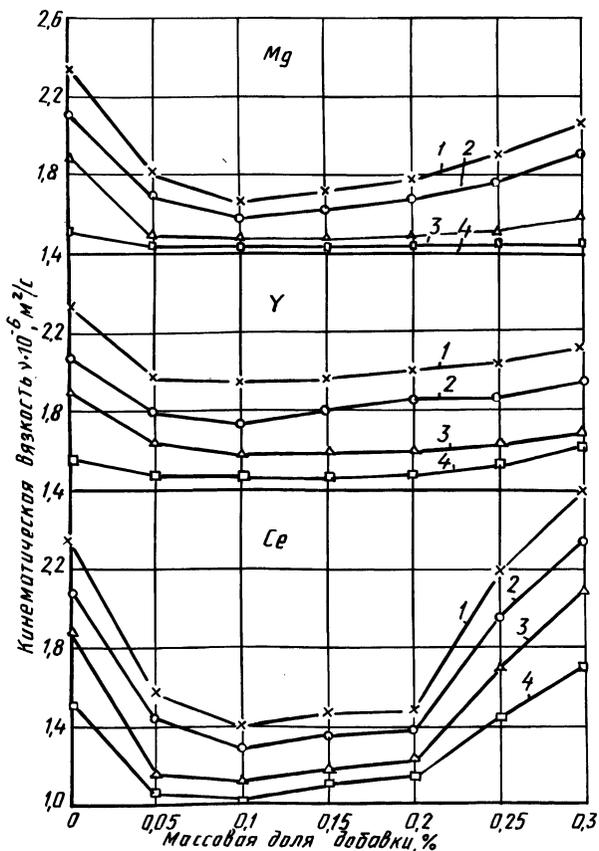


Рис. 1. Изменение кинематической вязкости расплава синтетического чугуна, модифицированного магнием, церием и иттрием:
1 — 1340°C ; 2 — 1380°C ; 3 — 1420°C ; 4 — 1460°C

модификатора на свойства α -твердого раствора. Так как Mg практически нерастворим в железе, его влияние на KC будет определяться первыми двумя факторами. Се и Y, частично растворяясь в γ - и α -железе, могут изменять параметры кристаллической решетки, вызывая при охлаждении ее искажение. В этом случае накладывается влияние третьего фактора.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлена определенная взаимосвязь между кинематической и ударной вязкостями ВЧШГ, полученного модифицированием Mg, Се и Y. Однако на характер разрушения ВЧШГ оказывают влияние факторы, которые не всегда связаны с ν расплава. Поэтому при модифицировании сплава для получения более тесной корреляционной связи следует учитывать изменение и других структурно-чувствительных свойств.

УДК 629.114.2.02.002

Л.Л.СЧИСЛЕНКО, А.Н.РОГОЖНИКОВ,
Е.М.БЕЛОУС (БПИ)

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА*

Для сравнения стоимости отливок из ВЧ со стоимостью соответствующих заготовок из серого чугуна (СЧ), ковкого чугуна (КЧ), нелегированной стали, поковок из углеродистой стали применяли аппроксимирующие единообразные формулы, позволяющие по массе g , типу материала n и группе сложности m определить стоимость C 1 т заготовок.

В результате анализа прейскуранта № 25-01 "Оптовые цены на отливки,ковки и горячие штамповки" было установлено, что для СЧ, КЧ, ВЧ и нелегированной стали в координатах $1000/C - \ln g$ табличные значения для каждой группы сложности достаточно хорошо аппроксимируются прямой, т. е. в указанных координатах аппроксимирующие формулы имеют вид:

$$\frac{1000}{C} = A_{nm} \ln g + B_{nm}, \quad (1)$$

где A_{nm} , B_{nm} — коэффициенты, определяемые методом наименьших квадратов.

В линейной функции $Y = A_{nm} X + B_{nm}$, где $Y = 1000/C$, $X = \ln g$, выбор коэффициентов A_{nm} , B_{nm} производится путем минимизации функции

$$\Phi(A_{nm}, B_{nm}) = \sum (A_{nm} X_i + B_{nm} - Y_i)^2, \quad (2)$$

где X_i , Y_i — численные значения из соответствующих таблиц прейскуранта.

Координаты точек минимума такой функции определяются путем решения системы:

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук Д.Н. Худокормова и канд. техн. наук С.Н. Лекаха