

ЛИТЕРАТУРА

1. Вейник А.И. Приближенный расчет процессов теплопроводности. — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1959. — 184 с. 2. Вейник А.И. Теория затвердевания отливок. — М.: Машгиз, 1960. — 435 с. 3. Николаев А.В. Плазменно-дуговой нагрев вещества—В кн.: Плазменные процессы в металлургии и технологии неорганических веществ. М.: Наука, 1973. — 273 с.

УДК 621.746:620.192.47

Д.Н. ХУДОКОРМОВ, д-р техн.наук,
С.В. ДОРОЖКО, И.В. ДОРОЖКО, канд.техн.наук (БПИ)

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕГРЕВА И ВРЕМЕНИ ВЫДЕРЖКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ВЯЗКОСТИ И ЖИДКОТЕКУЧЕСТИ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ ЖЕЛЕЗА

Жидкотекучесть чугуна определялась способом вакуумного всасывания [1] в кварцевые трубки $\varnothing 2,6 \pm 0,01$ мм при разрежении 1330 Па. Кинематическая вязкость оценивалась по затуханию крутильных колебаний тигля с расплавом, подвешенного на упругой нити [2]. Исследования проводились на сплавах, синтезированных в лабораторных условиях на базе особо чистых компонентов (карбонильное железо ОЧЖ 13-2, реакторный графит, полупроводниковый кремний КДА-0, 0,45) с углеродным эквивалентом 4,0; 4,3; 4,5; 4,7; 4,9 %.

Неоднократное повторение опытов при температуре заливки 1350 °С и незначительном времени выдержки подтверждает, что максимум жидкотекучести соответствует углеродному эквиваленту $C_E = 4,7$ %. Наибольшей жидкотекучестью обладают сплавы эвтектического состава [3]. С целью выяснения причин подобного аномального "сдвига" жидкотекучести была произведена полуторачасовая выдержка сплавов в нейтральной атмосфере при температуре 1350 °С. В процессе выдержки у сплавов 4,0 и 4,3 % C_E жидкотекучесть увеличивается. В заэвтектическом сплаве с 4,5 % C_E вначале отмечается некоторое возрастание жидкотекучести, затем она снижается. У сплава с 4,7 % C_E жидкотекучесть существенно уменьшается. При выдержке более 60 мин максимум жидкотекучести соответствует эвтектическому составу. Все другие сплавы при этих условиях имеют меньшую жидкотекучесть.

Влияние термовременной обработки на смещение максимума жидкотекучести связано, вероятно, с изменением степени микрогетерогенности сплавов, обусловленной наличием в них в первоначальный момент после расплавления в большом содержании частиц тугоплавкой фазы (графита).

Если предположить, что в заэвтектическом чугуне с 4,7–4,8 C_E около 0,4–0,5 % С находится в виде нерастворимых частиц, то "эффективная" количество углерода в растворе составит $\sim 4,3$ %. Этой концентрации соответствует максимум жидкотекучести. При выдержке происходит постепенное растворение графитных частиц, вызывающее концентрационный сдвиг жидкотекучести относительно равновесной диаграммы состояния: в до- и эвтектическом сплаве она повышается, а в заэвтектических ухудшается в соответствии с увеличивающимся интервалом кристаллизации.

Дополнительным основанием для высказанного объяснения изменения жидкотекучести в зависимости от степени гетерогенности по углероду может служить факт ее существенного различия от исходной микроструктуры переплавляемых образцов. С этой целью чугуна одного состава, близкого к эвтектическому, был быстро охлажден для получения сквозного отбела. Затем часть образцов была отожжена и имела ферритную основу с включениями графита компактной формы. При одинаковых условиях повторного переплава состояние углерода оказалось неодинаковым, что существенно отразилось на показателях жидкотекучести: белый чугун обладает жидкотекучестью на 15–17 % выше, чем графитизированный. По-видимому, за короткий промежуток времени, прошедший после расплавления, имевшиеся частицы графита не успели полностью раствориться. Аналогично жидкотекучести кинематическая вязкость не остается постоянной в процессе термовременной обработки расплава.

Наибольший интерес представляет характер изменения кинематической вязкости серого чугуна с 4,7 % C_E . Наблюдаемое в начальный период выдержки некоторое снижение вязкости объясняется насыщением жидкой фазы углеродом до концентрации 4,3 %. Можно предположить, что атомарный углерод поступает в жидкость в результате процессов разрушения крупных графитных частиц. Наряду с растворением углерода в жидкой фазе нарастает содержание различных по размеру макромолекул. Последнее вызывает рост вязкости. Поэтому после превышения эвтектической концентрации растворенного в железе углерода начинается интенсивное увеличение вязкости.

Сплавы, "смещаясь" относительно диаграммы состояния к положению равновесия, отличаются по фактическому перегреву над линией ликвидус. Для доэвтектического чугуна увеличение концентрации растворенного углерода на 0,1 % соответствует повышению перегрева на 10–12 °С [4]. Таким образом, это возрастание перегрева в доэвтектическом чугуне при изотермической выдержке оказывает определяющее влияние на вязкость и жидкотекучесть. Это приводит к корреляции характера исследуемых свойств. Однако нельзя упрощенно отождествлять эти зависимости и полагать, что вязкость полностью определяет жидкотекучесть.

Аналогичным образом изменяются свойства расплава и в заэвтектической области.

Следовательно, с повышением температуры перегрева жидкого чугуна (плавка в электропечах) и времени выдержки (в печах-миксерах) стабилизируются строение жидкой фазы, физические и технологические свойства, что необходимо учитывать при получении требуемых физико-механических свойств сплава в отливках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Худокормов Д.Н., Королев В.М., Дорожко И.В. К методике определения жидкотекучести. — В сб.: *Металлургия*. Минск: Выш. шк., 1978, вып. 12, с. 7–10.
2. Шидковский Е.Г. Некоторые вопросы вязкости расплавленных металлов. — М.: ГИТЛ, 1955. — 206 с.
3. Portevin A., Bastien P. *Coulabilité des Alliages, Relation avec l'intervalle de solidifikation*. — *Comptes Rendus des Seances de l'Academie des Sciences*, 1932, N 10, p. 194.
4. Гиршович Н.Г. Кристаллизация и свойства чугуна в отливках. — М.: Машиностроение, 1966. — 562 с.