

УДК 624.74

Денисенко В. Н., Мелещенко И. Ю

ВЛИЯНИЕ «ПРИРОДЫ» ДОМЕННЫХ ЧУГУНОВ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ ГОРЯЧИХ ТРЕЩИН В ОТЛИВКАХ

Известно, что критическим интервалом образования горячих трещин в чугунах является область в пределах 1300–1100 °С, в которой практически отсутствуют упругие деформации [1, 2]. В этом же интервале температур у чугуна происходит предсудачное расширение, и выделяющийся графит может повышать вероятность возникновения горячих трещин [3]. Возможно, что чугун с крупным разветвленным пластинчатым графитом более склонен к образованию горячих трещин, чем с мелким.

Целью данного исследования является изучение влияния «природы» доменных чугунов различных металлургических заводов и формы графитовых включений, выделяющихся в структуре чугуна при кристаллизации, на образование горячих трещин в отливках.

В качестве объекта исследования были выбраны саткинский литейный (1), константиновский литейный (2), днепропетровский литейный (3), макеевский литейный (4), енакиевский передельный (5), саткинский передельный (6), макеевский передельный (7), днепропетровский передельный (8), нижнетагильский литейный (9), нижнетагильский передельный (10) чугуны.

На основе указанных чугунов в индукционной печи ИСТ-0,06 с кислой футеровкой выплавлялись марочные чугуны СЧ 20 (ГОСТ 1412-85) и при температуре 1350 °С разливались в сухие песчано-глинистые формы. Химический состав чугунов СЧ 20 приведен в табл. 1. Кинетика литейной усадки залитого образца и понижение температуры во времени записывалась на осциллографе Н-117.

Таблица 1

Химический состав исследуемых чугунов

№ п/п	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Al	Ce	Co	Bi	As	S _Э *
1	3,26	1,76	0,71	0,1	0,06	0,17	0,07	0,04	0,03	Сл	0,04	Сл	0,01	0,01	0	0,01	0,88
2	3,42	1,63	0,63	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,02	0,07	0,01	0,01	0	0,01	Сл	0,01	0,91
3	3,34	1,79	0,8	0,11	0,06	0,1	0,07	0,04	0,02	0,01	0,02	Сл	0,5	–	0	0,01	0,9
4	3,2	1,96	0,66	0,06	0,06	0,12	0,06	0,01	0,03	0,08	0,01	0,01	0,01	0,01	Сл	0,01	0,88
5	3,38	1,57	0,75	0,1	0,05	0,08	0,1	0,06	0,01	Сл	0,02	0	0	0,02	0	0,01	0,9
6	3,36	1,87	0,86	0,05	0,04	0,22	0,12	–	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0	0	0,01	0,91
7	3,25	1,82	0,7	0,05	0,05	0,12	0,07	–	0,02	0,03	0,01	0,01	–	0,01	Сл	0,01	0,88
8	3,3	1,62	0,66	0,08	0,06	0,09	0,08	0,04	0,03	0,05	0,02	0,01	0	0,01	Сл	0,01	0,88
9	3,32	1,84	0,66	0,05	0,04	0,11	0,06	–	0,02	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	Сл	0,01	0,9
10	3,31	1,65	0,68	0,06	0,04	0,1	0,06	–	0,03	0,01	0,01	0	0	0,01	0	0,01	0,88

* Степень эвтектичности определялась по формуле:

$$S_{Э} = \frac{C}{4,26 - 0,3(Si + P)}$$

Предусадочное расширение кривых охлаждения исследуемых чугунов представлено на рис. 1.

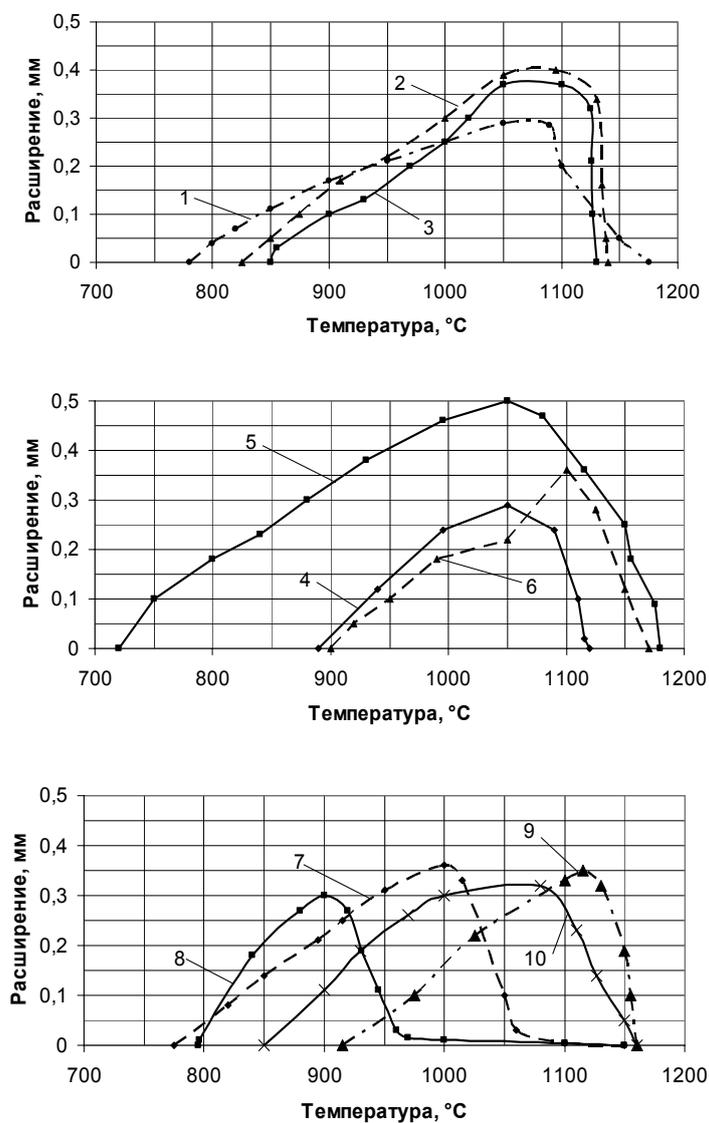


Рис. 1. Кривые расширения чугунов СЧ 20:

1 – днепропетровский литейный; 2 – днепропетровский передельный; 3 – константиновский литейный; 4 – макеевский литейный; 5 – макеевский передельный; 6 – енакиевский передельный; 7 – нижнетагильский литейный; 8 – нижнетагильский передельный; 9 – саткинский литейный; 10 – саткинский передельный

Как видно из полученных графиков, чугуны СЧ 20, выплавленные на доменных чугунах различных металлургических заводов, имеют неодинаковую скорость процесса графитизации, которая явно проявляется в крутизне предусадочного расширения (табл. 2).

Таблица 2

Крутизна предусадочного расширения

Индекс чугуна	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Крутизна подъема кривой расширений, мм/100 °С	2,11	1,52	0,83	0,57	0,42	0,31	0,22	0,17	0,08	0,02

Большая крутизна кривых расширения свидетельствует о наличии большего числа «подкладок» графитизации и гетерогенности процесса, о более мелком и равномерно распределенном графите при одинаковой степени эвтектичности исследуемых чугунов. Данное положение подтверждено металлографическими исследованиями (табл. 3). Пологий подъем кривых расширения соответствует чугунам с более крупными разветвленными графитовыми включениями. В этой связи все исследованные чугуны по возрастанию склонности к образованию горячих трещин можно расположить в следующий ряд:

1. Саткинский литейный.
2. Константиновский литейный.
3. Днепропетровский литейный.
4. Макеевский литейный.
5. Енакиевский передельный.
6. Саткинский передельный.
7. Макеевский передельный.
8. Днепропетровский передельный.
9. Нижнетагильский литейный.
10. Нижнетагильский передельный.

Таблица 3

Структура металлической матрицы чугунов (ГОСТ 3443–85)

№ п/п	Графит				Металлическая матрица			
	форма включений	размер включений	распред. включений	кол-во включений	перлит		цементит	
					дисперсность перлита	площадь, занятая перлитом	площадь, занятая цементитом	площадь, наибольших включений
1	Гф 4	Граз 45	Гр 4 · Гр 9	Г 10	Пд 0,3	П 70	–	–
2	Гф 1–Гф 2	Граз 45	Гр 6	Г 10	Пд 0,5	П 92	–	–
3	Гф 2	Граз 45	Гр 6	Г 10	Пд 0,5	П 92	–	–
4	Гф 1	Граз 90	Гр 1	Г 10	Пд 1,0	П 45	–	–
5	Гф 1	Граз 90	Гр 2	Г 10	Пд 0,5	П 96	Ц 2	Цп 2000
6	Гф 2	Граз 90	Гр 1	Г 10	Пд 0,5	П 96	–	–
7	Гф 1	Граз 180	Гр 22	Г 10	Пд 0,3	П 92	–	–
8	Гф 1	Граз 180	Гр 22	Г 10	Пд 0,5	П 92	Ц 2	Цп 2000
9	Гф 2	Граз 180	Гр 9	Г 10	Пд 1,0	П 92	–	–
10	Гф 1	Граз 180	Гр 2, Гр 5	Г 10	Пд 0,3	П 92	Ц 2	Цп 2000

ВЫВОДЫ

Исследованиями установлено, что марочные чугуны, выплавленные на доменных чугунах различного происхождения, имеют неодинаковую склонность к образованию горячих трещин. Меньшей склонностью к горячему трещинообразованию обладают те чугуны, у которых крутой подъем кривой расширения и наоборот, большей склонностью к образованию горячих трещин располагают те чугуны, которые имеют пологое начало кривой расширения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиришвич Н. Г. Справочник по чугунному литью / Н. Г. Гиришвич. – Л. : Машиностроение. – 1978. – 758 с.
2. Шерман А. Д. Чугун : справ. изд. / А. Д. Шерман, А. А. Жуков. – М. : Металлургия, 1991. – 576 с.
3. Курганов В. А. Доменные чугуны нового поколения для литейного производства / В. А. Курганов // Литейщик России. – 2009. – № 7. – С. 23–27.