

3 питателя диаметром 4–5 мм. При разработке и изучении непрерывного литья чугуновых отливок необходимо решить и такой сложный вопрос как обеспечение в одной форме различных условий формирования отливки.

В начале процесса необходимо обеспечить наибольшую интенсивность охлаждения отливки, чтобы получить затвердевшую корку определенной толщины, прочность которой позволит выдержать гидростатический напор жидкой сердцевины при выходе отливки из кристаллизатора.

После образования достаточно прочной начальной корки необходимо обеспечить малую скорость затвердевания, для получения заданной структуры, предупредить отбел и выделение междендритного графита.

Одновременно обеспечить эти условия оказалось возможным путем создания в кристаллизаторе зон различной интенсивности охлаждения. С этой целью рабочая поверхность кристаллизатора на определенном участке постепенно переходит со сплошной в ребристую, имеющую пазы переменного сечения, увеличивающегося к нижней части кристаллизатора. Пазы позволяют постепенно увеличивать газовый зазор между кристаллизатором и отливкой, изменяя интенсивность теплоотвода и создавая благоприятные условия для образования необходимой структуры.

Использование разовых стержней в непрерывном литье связано с трудностью их центровки, особенно в начальный момент заливки. Наиболее эффективным оказывается подача стержней в кристаллизатор через направляющее устройство. Чтобы предупредить осыпание стержней, предусмотрены на знаках стержня специальные армирующие вставки, которые перемещаются вместе со стержнем при вытягивании непрерывной отливки.

УДК 669.15–196.5

В.И.Краевой, канд.техн.наук

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ЧУГУНОВ, ЛЕГИРОВАННЫХ МЕДЬЮ

Влияние меди на графитизацию чугуна изучалось на трех группах синтетических сплавов различной степени эвтектичности с содержанием 3,1; 3,5 и 4,2% углерода и не более

0,12% Si, 0,30% Mn, и по 0,05% S и P. Концентрация меди в каждой группе сплавов изменялась в пределах 0-0, 5-1, 0-2, 0-3, 0-5,0 до 7,5%. С целью проверки и подтверждения полученных опытных данных проводились контрольные плавки с добавлением меди до 15%.

Оценку степени графитизации (СГ) производили по степени завершения первой стадии графитизации по формуле

$$СГ = \frac{С_{\text{графита}}}{С_{\text{общее}} - С_{\text{перлита}}}$$

где С - содержание углерода. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Образцы чугуна без меди кристаллизовались по метастабильной системе и структура доэвтектических сплавов с 3,1 до 3,5% С состояла из перлита и ледебурита и только из ледебурита - в сплаве эвтектического состава с 4,2% С. Первые колонии графитной эвтектики наблюдаются в структуре образцов с 2,0 - 1,0 и 0,5% меди соответственно в сплавах с 3,1; 3,5 и 4,2% углерода. С дальнейшим повышением концентрации меди количество графитной эвтектики возрастает и максимум первой стадии графитизации имеет место при 5% С_и в доэвтектических сплавах и при 3% С_и - в сплаве с 4,2% С. В чугунах с 3,1 и 3,5% С такие добавки меди не приводят к полному исчезновению в структуре ледебурита. В чугуне с 4,2% С и добавками 3 и 5% меди образуется структура серого чугуна, т.е. сплав полностью кристаллизуется по стабильной системе. Однако при 7,5% в структуре сплавов с 3,1 и 3,5% С наблюдается тенденция к увеличению в структуре ледебурита, а в чугуне с 4,2% С наряду с графитной эвтектикой снова появляется ледебурит. При контрольных плавках полный стбел исследуемых сплавов отмечался при концентрациях 8,5... 10,5% С_и.

Таблица 1.

Содержание углерода, %	Содержание меди, %						
	0	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5
	Степень графитизации						
3,1	0	0	0	0,1	0,25	0,6	0,3
3,5	0	0	0,1	0,4	0,65	0,8	0,4
4,2	0	0,1	0,4	0,9	1,0	1,0	0,8

Склонность чугунов, легированных медью, кристаллизоваться по метастабильной системе совпадает с периодом появления в их структуре медной фазы в виде самостоятельных включений, располагающихся в ледебурите, графитной эвтектике и участках перлита. Первые включения структурно-свободной меди обнаруживаются (независимо от степени эвтектичности чугуна), при содержании около 5% Cu и выше, т.е. после проявления ее максимальной графитизирующей способности. При 7,5% Cu количество самостоятельной фазы резко возрастает, ее глобулярные включения увеличиваются в размерах, а чугун проявляет уже явную тенденцию кристаллизоваться по метастабильной системе. При более высоких концентрациях меди крупные шаровидные включения медной фазы распределяются по всему объему металла, а также ликвируют и просматриваются в виде прослойки в нижней части слитка.

Эти данные свидетельствуют о том, что отбел чугуна взаимосвязан с наличием ограниченной растворимости меди в чугуне. Экспериментами установлено, что при концентрациях меди выше 5% в опытных малокремнистых сплавах в жидком состоянии появляется область несмешиваемости. Для системы Fe - Cu, имеющей сходство с системой Fe - C, характерно протекание при 1096°С перитектической реакции. Существование области несмешиваемости в жидком состоянии приводит к изменению физических свойств чугуна (теплопроводности), к усложнению процессов кристаллизации Fe - C - C сплавов и протеканию эвтектикоперитектической (или монотектико-эвтектической) реакции. В подобных условиях жидкость становится более склонной к переохлаждению и процесс кристаллизации протекает при пониженных температурах, что затрудняет образование графитной эвтектики и облегчает кристаллизацию ледебурита.

Таким образом установлено, что влияние меди на склонность к кристаллизации чугуна по стабильной системе зависит от содержания углерода. Чем меньше его концентрация, тем при больших содержаниях меди проявляется ее графитизирующее влияние. Отбел чугуна и кристаллизация его по метастабильной системе связаны с наличием ограниченной растворимости меди в жидком чугуне.