

Влияние специальных добавок, содержащих оксиды железа на технологические свойства формовочных и стержневых смесей

Студент гр. 10404222 Рипинский М.А.

Научный руководитель Коренюгин С.В.

Белорусский национальный технический университет
Республика Беларусь, г. Минск

Поверхностные дефекты отливок являются актуальной проблемой для современной литейной промышленности. Для борьбы с ними в формовочные и стержневые смеси добавляют специальные добавки. Например, с целью регулирования скорости кристаллизации и охлаждения отливок часто используют добавки, в состав которых входят металлы и их соединения, в частности оксиды железа [1]. Для уменьшения вероятности появления «просечек» часто используются добавки, содержащие гематит (Fe_2O_3) и магнетит (Fe_3O_4) [2].

Однако стоит отметить, что кроме изменения теплофизических свойств, введение этих добавок может привести к снижению газопроницаемости, повышению осыпаемости и уменьшению прочности смеси. Увеличив количество связующего, можно компенсировать потерю прочности, однако это приведет не только к повышению стоимости изготавливаемых отливок, а также к увеличению газотворности и уменьшению газопроницаемости смеси [1]. Исходя из вышеизложенного, в ходе выполнения данной работы был проведен анализ влияния добавок, содержащих оксиды железа, на свойства формовочных и стержневых смесей.

Методика проведения испытаний

Для проведения испытаний были приготовлены стержневые смеси с различным содержанием специальных добавок. Все смеси включали в себя: свежий песок марки $1K_1O_3025$ (100%), смолу «Ecosure Blue 30 HE 1» (0,7% от массы песка), полиизоцианат «Ecosure Blue 60 HE 11» (0,7% от массы песка). Смесь №1 изготавливалась без добавок. Смеси №2-6 включали в себя магнетитовый порошок торговой марки «FerroSAND» – 1-5% сверх массы песка (с шагом в 1%). Смеси №7-11 содержали добавку в виде порошка оксида железа (далее ПОЖ) – 1-5% сверх массы песка (с шагом в 1%). Сразу после приготовления смеси изготавливались стандартные образцы. Для этого сначала смесь уплотняли, а затем продували газообразным катализатором диметилэтиламином (DMEA).

Прочности стандартного образца на разрыв проверялась через 1, 2 и 24 часа после окончания приготовления смеси. Проверку прочности проводили на 3 образцах, за результат принимали среднее арифметическое значение. Исследование газопроницаемости и газотворности проводили после выдержки образцов на воздухе не менее суток.

Анализ деформации стандартных образцов при высоких температурах проводился с использованием прибора модели LRu-DMA, с электрическим нагревом, компании Multiserw Morek (Польша).

Для определения влияния добавок на теплопроводность стержневой смеси была использована методика, позволяющая измерить передачу тепла через стандартный образец с помощью термопары. Нагрев образцов производился в течении 240 секунд. Температуры фиксировали каждые 15 секунд.

Все остальные испытания проводились по стандартным методикам согласно ГОСТ.

Результаты испытаний

Таблица 1– Результаты испытания стандартных образцов на разрыв

Наименование добавки	Содержание добавки в смеси, %	Прочность на разрыв стандартного образца (среднее значение 3-х измерений), МПа, через:		
		1 час	2 часа	Сутки
Исходная смесь	0	1,743	1,776	1,828
FerroSAND	1	1,731	1,771	1,820
FerroSAND	2	1,720	1,740	1,765
FerroSAND	3	1,686	1,705	1,735
FerroSAND	4	1,664	1,683	1,703
FerroSAND	5	1,643	1,655	1,666
ПОЖ	1	1,719	1,737	1,760
ПОЖ	2	1,670	1,696	1,728
ПОЖ	3	1,641	1,661	1,702
ПОЖ	4	1,600	1,614	1,645
ПОЖ	5	1,474	1,541	1,591

Таблица 2– Деформация образцов при высокотемпературном нагреве

Наименование добавки	Содержание добавки в смеси, %	Деформация образцов (среднее значение 3-х измерений), мм.
Исходная смесь	0	0,633
FerroSAND	1	0,421
FerroSAND	2	0,410
FerroSAND	3	0,398
FerroSAND	4	0,385
FerroSAND	5	0,284
ПОЖ	1	0,554
ПОЖ	2	0,547
ПОЖ	3	0,493
ПОЖ	4	0,484
ПОЖ	5	0,460

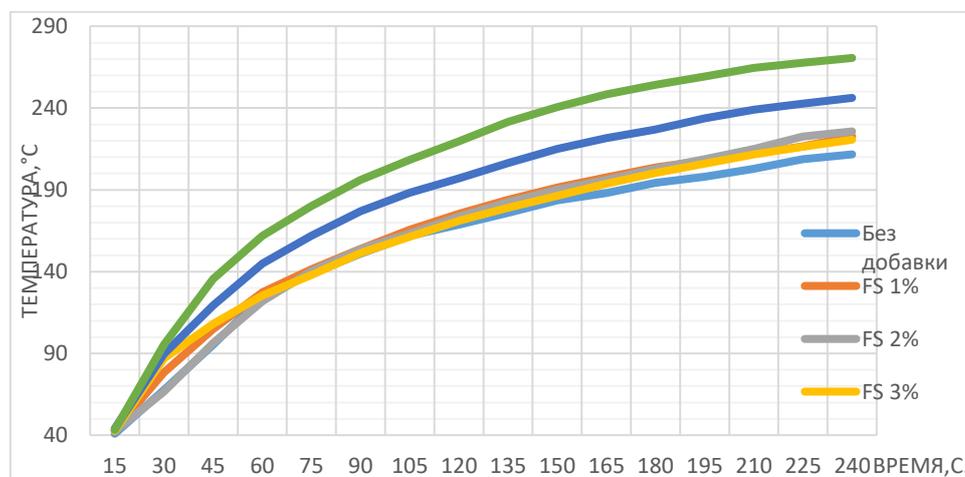


Рисунок 1 – Графики скорости прогрева образцов с различным содержанием FerroSAND и исходного образца

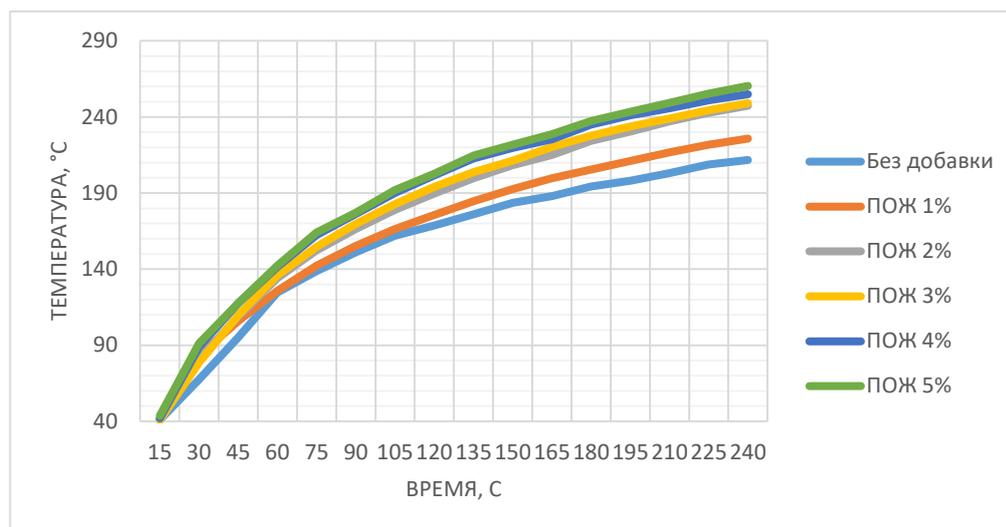


Рисунок 2 – Графики скорости прогрева образцов с различным содержанием ПОЖ и исходного образца

По полученным результатам исследования теплопроводности видно, что с повышением содержания добавок увеличивается скорость набора температуры, а также максимальная температура прогрева. Однако, у образцов с «FerroSAND» скорость набора температуры оказалась выше, чем у образцов с ПОЖ. После непрерывного нагрева более 240 секунд температура практически не изменялась и начиналось разрушение образцов в зоне нагрева.

Осыпаемость всех испытанных образцов составила 0%.

Следует отметить повышение газотворной способности образцов с применением ПОЖ по сравнению с «FerroSAND», разница составила 0,13-0,16 мл/г.

Заключение

В результате проведенных испытаний было установлено, что исследуемые добавки незначительно снижают основные механические свойства смеси. Стоит отметить, что добавка ПОЖ ухудшает их немного больше.

Исследование изгиба образцов при высокотемпературном нагреве показало, что «FerroSAND» превосходит ПОЖ по снижению деформации в поверхностном слое образцов. Это позволяет предположить, что добавка «FerroSAND» будет более эффективна в борьбе с просечками.

Более высокая скорость прогрева дает нам основание полагать, что добавление «FerroSAND» снизит изгибающие напряжения на поверхности стержней и, как следствие, уменьшит склонность к образованию поверхностных дефектов.

Список использованных источников

1. Коренюгин, С. В. Влияние специальных добавок на физико-механические свойства смесей, используемых для изготовления стержней по cold-box-amine-процессу / С. В. Коренюгин, С. Л. Ровин // Литье и металлургия. – 2023. – № 3. – С. 36-40
2. Кукуй, Д. М. Теория и технология литейного производства. Формовочные материалы и смеси / Д. М. Кукуй, Н. В. Андрианов; Белорусский национальный технический университет. – Минск: БНТУ, 2005. – 390 с.