

## Влияние добавок на металлической основе на физико-механические свойства стержневых песчано-смоляных смесей

Студент группы 10404220 Моргунов Е.А.

Научный руководитель Коренюгин С.В.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

### Введение

Одним из более действенных методов, позволяющих управлять скоростью кристаллизации и охлаждения отливок, а также снизить вероятность образования характерных дефектов поверхности, таких как «просечки», является введение в состав формовочных и стержневых смесей различного рода специальных добавок. Значительное место занимают добавки, содержащие металлы и их соединения, в том числе оксиды железа, алюминия, хрома и т.д. Согласно исследованиям, проведенным компанией Ashland (США) в начале 2000 годов, на территории Великобритании добавку гранулированного оксида железа использовали более 70% опрошенных литейных предприятий, а в США добавки такого же типа применяли около половины всех литейных цехов. Довольно обширное распространение получили добавки, содержащие гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), так же на территории стран СНГ и в Республике Беларусь. Так, к примеру, оксид железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) в виде порошка железного сурика использует ОАО «Минский тракторный завод» для исключения «просечки» на отливках «Головка блока цилиндров» и «Корпус турбины» [1].

### Методика проведения испытаний

Для проведения испытаний изготавливалась стержневая смесь на основе кварцевого песка марки  $\text{IK}_1\text{O}_2\text{O}_3$  по ГОСТ 23409.24-78 и двухкомпонентного смоляного связующего, широко применяемого в Беларуси и соседних странах, состоящего из традиционной фенолформальдегидной смолы и полиизоционата. Количество связующей композиции и соотношение ее компонентов было постоянно во всех исследовавшихся образцах: 0,7% + 0,7% (компонент А + компонент Б) от массы песка. Продувку всех образцов осуществляли с применением диметиламина (DMEA) с расходом 1,2 г/кг. Добавки в смесь вводились в процессе перемешивания в количестве от 0,5 до 5% сверх массы песка. Для сравнительной оценки в качестве добавок использовались следующие материалы:

- 1) Сурик железный ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ГОСТ 8135-74, средний размер фракции <0,063 мм;
- 2) Магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), средний размер фракции 0,125–0,315 мм;
- 3) Пудра алюминиевая ПАП-1 ГОСТ 5495-2022, средний размер фракции <0,063 мм;
- 4) Порошок алюминиевый ПА-4 ГОСТ 6058-2022, средний размер фракции 0,1–0,16 мм.

Составы исследовавшихся смесей приведены в таблице 1.

Содержание компонентов смеси	Состав №1	Состав №2	Состав №3	Состав №4	Состав №5	Состав №6	Состав №7	Состав №8
Песок, %	100							
Компонент А, %	0,7							
Компонент В, %	0,7							
Газообразный катализатор, г/кг	1,2							
Магнетит FerroSAND	-	1,5	5	-	-	-	-	-
Порошок ПА-4	-	-	-	0,5	-	-	-	-
Сурик железный	-	-	-	-	0,5	1	-	-

лица

Пудра алюминиевая	-	-	-	-	-	-	0,5	1
-------------------	---	---	---	---	---	---	-----	---

Таб-  
1.  
Со-

ставы исследованных стержневых смесей

### Результаты испытаний

Эталонные образцы, показали следующие усредненные результаты: предел прочности при растяжении – 1,52 МПа, газопроницаемость – 244 единицы, газотворность – 2,89 мл/г и осыпаемость ~1%.

Наименьшее снижение прочности наблюдалось в образцах, что, по-видимому, объясняется большим размером частиц этих материалов по сравнению с другими добавками: их дисперсность сопоставима с размерами кварцевого песка в самой стержневой смеси

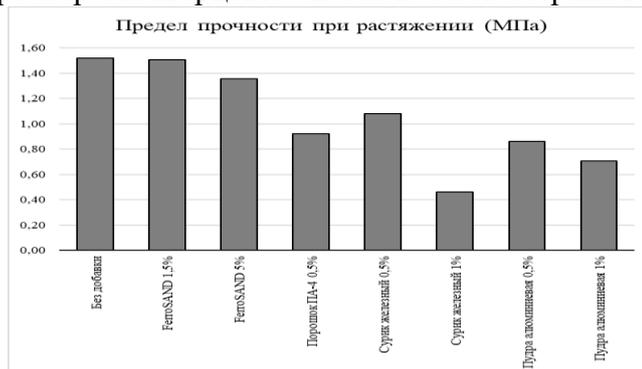


Рис. 1. Сравнительные результаты испытаний на предел прочности при растяжении

Введение всех исследовавшихся добавок сопровождалось увеличением газотворности. Наименьшую удельную газотворность показала добавка магнетита: при добавлении 5% гранулированного магнетита газотворность стержневой смеси составила около 5,75 мл/г, при газотворности исходной смеси около 3 мл/г. Добавки железного сурика в количестве 0,5 и 1% увеличили газотворность смеси, соответственно, до 7,62 и 7,94 мл/г (рис. 3)

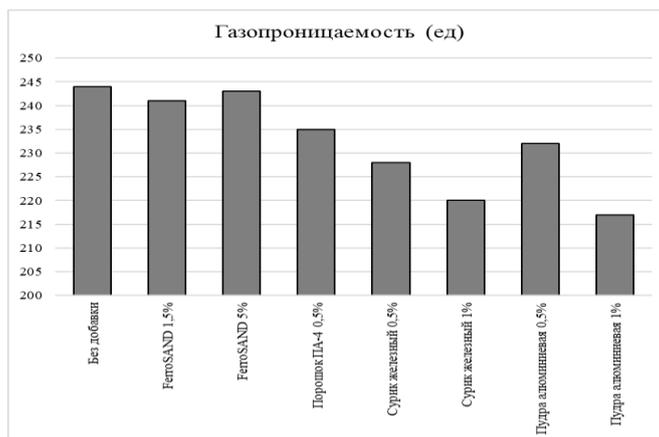


Рисунок 2 - Сравнительные результаты определения газопроницаемости смесей

Наибольшие значения *осыпаемости* показали образцы, изготовленные с применением добавок железного сурика и алюминиевой пудры (рисунок 4).

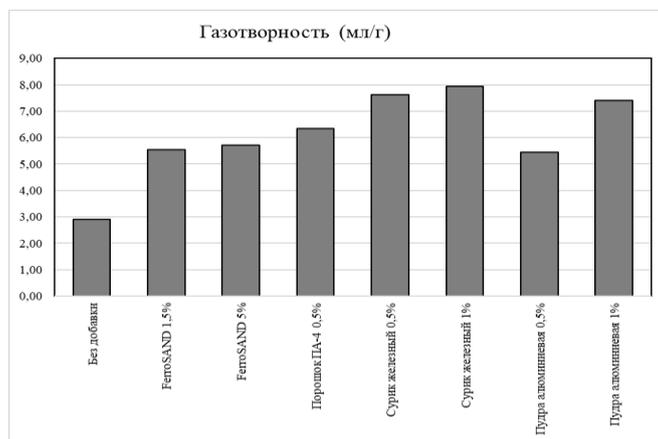


Рисунок 3 - Сравнительные результаты проверки стержневых смесей на газотворность.

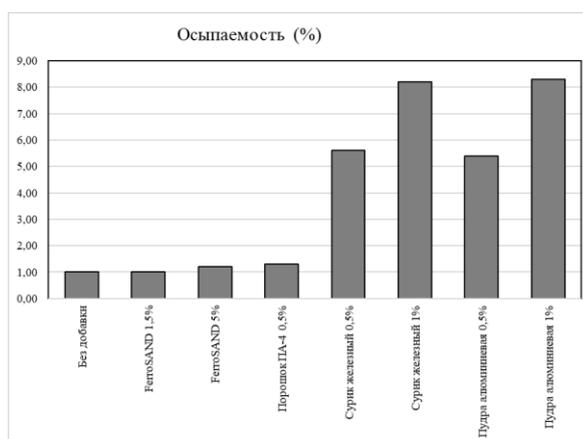


Рисунок 4 - Сравнительные результаты проверки стержневых смесей на осыпаемость.

### Заключение

1. В ходе исследований было установлено, что добавки с большой дисперсностью вызывают значительное снижение прочности стержневой смеси и увеличивают осыпаемость образцов. Их применение неизбежно потребует увеличения количества связующей композиции, что, в свою очередь, приведет к увеличению газотворности смеси и росту вероятности появления газовых дефектов в отливках. Это, в том числе, относится и к часто применяемому в Беларуси в качестве добавки для исключения просечек – железному сурику.

2. Среди исследованных материалов наилучший результат показала добавка магнетита. Ее введение для изменения теплофизических характеристик, в частности, для повышения теплопроводности стержневой смеси, практически не снижает прочностные характеристики, газопроницаемость и осыпаемость смеси.

3. Для выработки научно-обоснованных рекомендаций по использованию тех или иных добавок для борьбы с просечками, необходимо проведение исследований их влияния на поведение смесей в области высоких температур, определение их оптимального содержания в стержневой смеси, и влияния их накопления в оборотной формовочной смеси.

### Список использованных источников

1. Коренюгин С.В. Влияние специальных добавок на физико-механические свойства стержневых смесей / С.В. Коренюгин, С.Л. Ровин // Литье и металлургия. – 2023. – № 3. – С.36-40.