

В.Ф. Мазорчук, С.И. Репях

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

**РАЗРАБОТКА СОСТАВА МАТЕРИАЛА ПЛАВНЯ
ДЛЯ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ НЕУДАЛЯЕМЫХ
ИЗ ОТЛИВОК КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕРЖНЕЙ**

Использование в отливке вставки (неудаляемого стержня) из плотной керамики требует от неё достаточно высокого уровня термостойкости, поскольку при контакте с жидким металлом в материале вставки формируются значительные напряжения, нередко приводящие к её разрушению. Одним из путей повышения термостойкости любого керамического изделия является выполнение на его поверхности защитного покрытия.

В настоящих исследованиях испытуемые керамические стержни изготавливали из фарфоровой смеси М01, имеющей термостойкость (максимально допустимый перепад температуры между заливаемым в форму расплавом и начальной температурой стержня) – 240...260 °С. Защитное покрытие на стержне выполняли из суспензии, представляющей собой смесь натриевого жидкого стекла с пылевидным кварцем. Приготовленную суспензию при комнатной температуре наносили на поверхность фарфорового стержня и обсыпали кварцевым песком с преимущественным размером частиц 0,16...0,20 мм. По окончании сушки слоя защитного покрытия стержень прокаливали при 950...970 °С в течение 50...70 минут и вместе с печью охлаждали до комнатной температуры.

В результате выполненных исследований установлено, что используемое защитное покрытие не имело плотного прилегания к поверхности стержня, что объясняется разницей в величинах коэффициента линейного расширения материала стержня и покрытия.

С целью предупреждения появления данного дефекта было принято решение о вводе в состав используемой суспензии легкоплавкого вещества - плавня.

Исходя из условий подготовки керамического стержня к использованию, к материалу плавня были сформулированы следующие требования:

- температура солидус материала плавня должна быть не ниже 400 °С, но не более 950...970 °С;

- в момент заливки формы расплавом плавень должен находиться на поверхности контакта керамического изделия и покрытия;
- в жидком или вязко-пластичном состоянии плавень должен смачивать поверхность фарфора и покрытия;
- для переноса плавня из объема слоя защитного покрытия на поверхность фарфора, необходимо, чтобы материал покрытия претерпевал полиморфное превращение, сопровождающееся увеличением его объема.
- температура полиморфного превращения материала покрытия должна быть большей температуры ликвидус материала плавня, но ниже температуры прокаливания формы (менее 900 °С).
- материал плавня не должен быть газотворным до температуры заливки металла в форму (до 1600 °С).

Поскольку, из числа известных природных минералов, данному требованию отвечает кварцевый песок (кристаллический SiO_2), у которого температура полиморфного превращения составляет 573 °С, то температура ликвидус (t_L) материала плавня должна быть менее 573 °С, а температура солидус (t_S) – не менее 400 °С.

Исходя из анализа свойств известных материалов, в качестве компонентов плавня приняли следующие вещества: NaHCO_3 – сода пищевая; $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – бура технической чистоты; CaF_2 – в виде природного плавикового шпата, а также химически чистого материала марки ФФ-95А (CaF_2 – 95%, CaCO_3 – 1,5%, прочее – 1,5%, по массе).

В связи с тем, что плавиковый шпат имеет высокую температуру плавления, для реализации данного плана эксперимента был использован сплав «а», приготовленный путём сплавления перечисленных выше компонентов, взятых в равных массовых долях. Сода пищевая выбрана с целью получения от нее Na_2O , который понижает температуру плавления и вязкость неметаллических расплавов. Бура – растворитель, в данном плавне. Плавиковый шпат (CaF_2) повышает химическую активность расплава плавня и снижает его вязкость (взаимодействует с минералами, обладающими кислотными свойствами, например SiO_2), следовательно, с бурой и окисью Na , обеспечит смачиваемость, как керамики (фарфора), так и кварцевого покрытия.

Оптимизацию проводили методом симплекс-планирования по плану Г. Шеффе с построением симплексных решёток для температуры ликвидус и солидус.

Разрабатываемый состав плавня считали оптимизированным по рецептуре, если он имел $t_L \leq 573$ °С, а $t_S \geq 400$ °С.

Схема проведения экспериментов по плану Г. Шеффе представлена на рис.1.

Коды используемых материалов в соответствии со схемой, представленной на рис. 1, и их элементарный состав приведены в табл. 1.

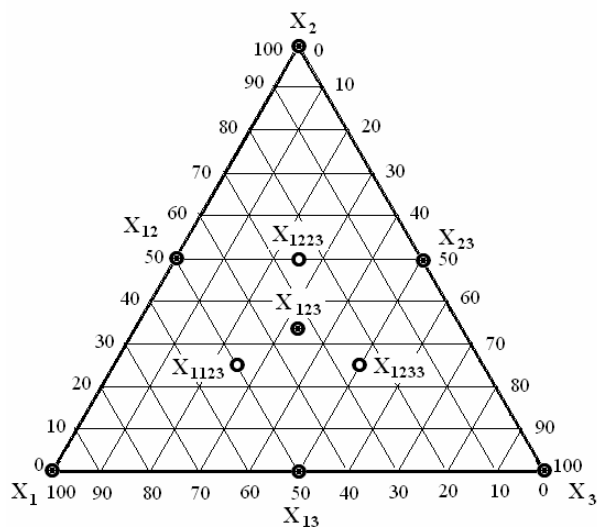


Рис. 1. Схема проведения экспериментов по плану Г. Шеффе

Таблица 1. Кодовое обозначение сплавов

Номер Смеси (материала)	Условное Обозначение	Состав					
		В натуральном масштабе (% по массе)			В кодированном масштабе		
		Сода	Бура	Сплав а	X ₁	X ₂	X ₃
1	B ₁	100			1	0	0
2	B ₂		100		0	1	0
3	B ₃			100	0	0	1
4	B ₁₂	50	50		1/2	1/2	0
5	B ₁₃	50		50	1/2	0	1/2
6	B ₂₃		50	50	0	1/2	1/2
7	B ₁₂₃	33,333	33,333	33,333	1/3	1/3	1/3

Поскольку реализация плана г. Шеффе предполагает построение модели неполного куба в тройной системе:

$$Y = \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_3 + \beta_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 + \beta_{13} \cdot X_1 \cdot X_3 + \beta_{23} \cdot X_2 \cdot X_3 + \beta_{123} \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \quad (1)$$

Где y – свойство материала; β – коэффициент регрессии; x – количество материала в сплаве, то коэффициенты регрессии в формуле (1) рассчитывали по формулам:

$$\beta_1 = \xi_1, \quad \beta_{ij} = 4 \cdot \xi_{ij} - 2 \cdot \xi_i - 2 \cdot \xi_j, \quad \beta_{123} = 27 \cdot \xi_{123} - 12 \cdot (\xi_{12} + \xi_{13} + \xi_{23}) + 3 \cdot (\xi_1 + \xi_2 + \xi_3),$$

Где ξ_i , ξ_j , ξ_{123} – результаты опытов в точках симплексных решёток.

Используя полученные математические модели, построили соответствующие зависимости, которые представлены в виде симплексных решёток на рис. 2.

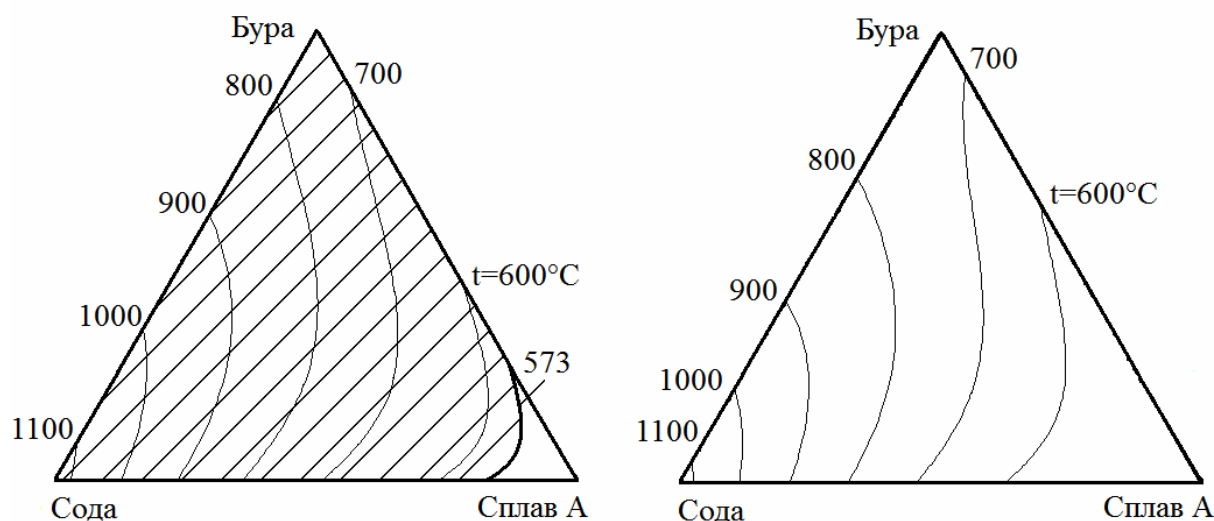


Рис. 2 изотермы температуры ликвидус (а) и солидус (б) плавня

Поле допустимых значений температур получили путём выделения штриховкой на изображениях симплексных решёток полей с недопустимым уровнем оптимизируемого параметра.

Анализ изображений на рис. 2 показывает, что требованиям, предъявляемым к плавню по температуре ликвидус и солидус, отвечает сплав «А». Следует отметить, что сплав «А», приготовленный на химически чистом CaF_2 имеет значение $t_L = 580^\circ\text{C}$ и $t_S = 504^\circ\text{C}$.

УДК 621.74.002.6:669.13

Я. С. Маймур, Л. Х. Иванова, А. А. Жегур, А. С. Алексеенко

Национальная металлургическая академия Украины

КОРРЕКТИРОВКА ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ЧУГУННОГО ПРОКАТНОГО ВАЛКА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММ КОМПЬЮТЕРНОГО ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА

Особенностью производства прокатных валков является то, что рабочие поверхности их бочек должны обладать высокой твердостью, а сердцевина и шейки, достаточной пластичностью.

Путем компьютерного моделирования было исследовано изменение температуры залитого чугуна в зависимости от удаления от рабочей поверхно-