

# ПРИМЕНЕНИЕ СТЕКЛОЭМАЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ МЕТАЛЛА И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ СТАЛИ

*Лукиянова Е.А., Лазуткина О.Р.  
УрФУ, e-mail: lor5454@mail.ru*

Высокотемпературное окисление металла на стадиях металлургического передела приводит к существенным потерям металла и ухудшению его качества. Значительно уменьшить эти потери позволяет безокислительный нагрев металла в защитной среде или под пленкой расплава эмали.

В данном случае к расплаву эмали предъявляются следующие требования:

- он должен быть инертным по отношению к нагреваемому металлу;
- вязкость расплава должна быть небольшой;
- компоненты расплава не должны переходить в поверхностный слой металла;
- компоненты расплава не должны быть летучими;
- образовавшееся покрытие должно самопроизвольно осыпаться с поверхности металла после остывания.

Скорость окислительных процессов, протекающих на границе расплава с металлом, ограничена диффузионными затруднениями в расплаве [1], поэтому можно ожидать, что с уменьшением вязкости расплава его защитные свойства ухудшатся.

Стеклопокрытие на металле в процессе его горячей деформации одновременно с защитной функцией успешно выполняет роль смазки. Для использования стеклоэмали в качестве смазки ее вязкость при температуре деформации 1273 К должна быть не больше 100 дПа·с. Кроме того, застывшая эмаль должна осыпаться с металла при остывании, поэтому значения ТКЛР эмали следует задавать значительно ниже, чем ТКЛР стали, который составляет порядка  $150 \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup>. С помощью разработанной ранее нами компьютерной программы подбора состава эмали по заданному значению ТКЛР для исследования была выбрана четверная система  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ , в которой вязкость можно варьировать путем ввода оксидов CaO и SiO<sub>2</sub>.

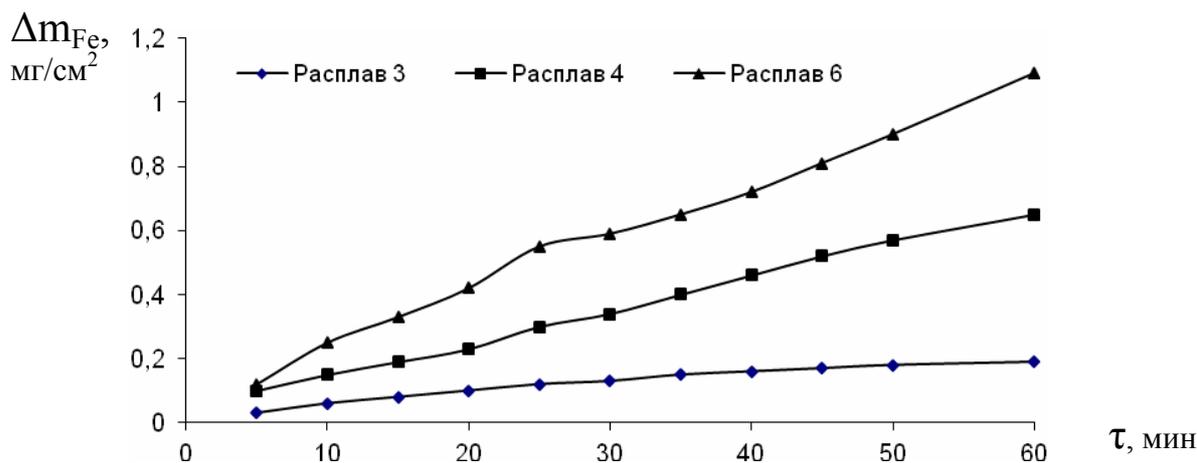
Таблица 1

Вязкость боросиликатных расплавов при 1273 К

Оп.	Содержание компонентов, мол. %				η, дПа·с	Защитные свойства
	Na <sub>2</sub> O	CaO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>		
1	10	-	60,0	30,0	136	Удовл.
2	5	5	60,0	30,0	293	Хор.
3	10	10	53,4	26,6	28	Хор.
4	15	15	70,0	–	8	Хор.
5	33	–	–	67,	1190	Хор.
6	–	–	40,2	26,8	50	Хор.

Для измерения вязкости расплавов использовали электроротационный вискозиметр с коаксиальными цилиндрами [2], защитные свойства расплавов оценивали визуально по степени потемнения эмали. Результаты исследований приведены в табл. 1. Хорошими защитными свойствами при достаточно низкой вязкости обладают составы 3, 4, 6.

Чтобы выбрать состав для применения в производственных условиях были подробно исследованы защитные свойства расплавов 3, 4, 6. Для исследования окисления стали Ст 10 в боросиликатных расплавах использовали гравиметрический метод [1] при продолжительности испытаний до 8 ч и метод непрерывного взвешивания на дериватографе при времени испытаний до 1 ч. Изменение массы образцов стали за 8 часов выдержки в расплавах 3, 4, 6 приведены на рисунке 6. Так как зависимость убыли массы от времени линейна, среднюю скорость окисления находим по тангенсу угла наклона прямой. Скорость окисления стали Ст 10 в расплавах 3, 4, 6 составляет, соответственно, 0,28; 0,71; 1,1 мг/см<sup>2</sup>·ч, вязкости этих же расплавов, измеренные при 1273 К, составляют, соответственно, 28; 8 и 50 дПа·с. Хотя вязкость расплава 3 ниже, чем у расплава 6, он обладает лучшими защитными свойствами. Вероятно, это связано с тем, что в данном расплаве содержание щелочного оксида значительно ниже.



Окисление стали Ст 10 в боросиликатном расплаве при 1273 К

Из сказанного следует важный для практики вывод, что при малой вязкости стеклоэмали и высоком содержании в ней Na<sub>2</sub>O ее расплав не только не защищает поверхность стали от окисления на воздухе, но и способствует более интенсивному ее окислению. Полученные данные позволяют рекомендовать для использования в качестве стеклосмазок малощелочные эмали с невысокой вязкостью, такие как состав 3.

Для испытания антифрикционных свойств стеклоэмали была проведена прокатка полос стали 08КП на лабораторном стане в валках диаметром 200 мм под слоем стеклоэмали, составы которых приведены в табл. 2. Результаты опытной прокатки представлены в табл. 3.

Состав стеклоэмали

№ компонент, мол. %	1	2	3	4	5	6	7	8
CaO	0,5	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	20,0	–
ZnO	–	–	–	–	–	–	–	12,5

Таблица 3

Результаты испытаний стеклоэмали

№ стекло-эмали	V 10 <sup>-3</sup> при 1223 К, кг/м <sup>2</sup> мин	Давление прокатки, Р мПа	Состояние поверхности полосы
1	11,2	205,09	Неудовлетворительное, крупная шероховатость, следы воздушной окалины
2	10,84	233,18	Удовлетворительное, мелкая шероховатость, отсутствие воздушной окалины
3	9,3	209,10	Удовлетворительное, мелкая шероховатость, отсутствие воздушной окалины
4	8,38	209,4	Удовлетворительное, мелкая шероховатость, отсутствие воздушной окалины
5	7,8	208,9	Неудовлетворительное, крупная шероховатость, следы закатов смазки
6,7	7,5; 7,44	215,33; 220,6	Неудовлетворительное, крупная шероховатость, следы закатов смазки
8	15,54	210,8	Удовлетворительное, мелкая шероховатость, отсутствие воздушной окалины

Как видно, стеклоэмали составов 2, 3 и 4 в 1,4-1,8 раз снижают скорость высокотемпературного окисления стали при сохранении антифрикционных свойств.

Оптимальным является содержание оксида кальция 4-6 мол. %, что соответствует составам 3 и 4, при которых скорость окисления минимальна и давление прокатки наименьшее. Полученные данные позволяют рекомендовать данные составы к применению при горячей прокатке малоуглеродистой стали.

#### *Библиографический список*

1. Лазуткина О.Р., Булер П.И. Высокотемпературные защитные свойства стеклоэмалевых покрытий на основе каменноугольной золы // Стекло и керамика. 2003. № 6. С. 15-16.
2. Филиппов С.И., Арсентьев П.П. Физико-химические методы исследования металлургических процессов. М.: Металлургия, 1968. С. 551.