

Изобретение относится к черной металлургии.

Известен способ повышения стойкости футеровки металлургических печей, заключающийся в том, что вдоль рабочей поверхности футеровки пропускают электрический ток [1]. Этот способ осуществляют следующим образом. Металлические пластины устанавливают в огнеупорной кладке так, чтобы они выходили на рабочую поверхность огнеупора. Электрический ток к токопроводящей футеровке подводят от одного из полюсов источника постоянного (или переменного) тока.

Электрический ток, проходя через рабочую зону огнеупора, поляризует и удерживает в своем поле ионы агрессивного шлакового расплава, уменьшая тем самым его воздействие на огнеупоры и повышая стойкость огнеупорной футеровки конвертера.

В известном способе защиты футеровки металлургических печей электрический ток воздействует только на шлаковый расплав через рабочую зону огнеупора. На частицы пыли, образующиеся при продувке расплава кислородной струей в результате испарения железа и его окислов в высокотемпературной зоне встречи кислородной струи с металлом, электрическое поле не действует. Частицы пыли вылетают с газовым потоком за пределы зоны продувки и из конвертера.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ защиты футеровки путем пропускания электрического тока не только через рабочую зону огнеупора, но и через зону продувки, что позволит за счет наложений электрического потенциала повысить поверхностное натяжение и уменьшить скорость испарения железа и его окислов, т.е. пылеобразование. Поскольку частицы пыли заряжены, электрическим полем можно изменить траекторию их движения и уменьшить пылевыделение.

Согласно изобретению, в способе защиты футеровки, включающем подвод электрического тока к токопроводящей футеровке от одного из полюсов источника постоянного тока, другой полюс источника постоянного тока соединяют с изолированной от металлоконструкций и земли фурмой и во время продувки пропускают электрический ток между фурмой и футеровкой, а поверхность фурмы покрывают огнеупорным материалом с удельным электросопротивлением $100 \cdot 10^9 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

В этом случае электрический ток проходит через рабочую зону огнеупора и повышает его стойкость, но при этом появляется новый эффект - снижение пылевыноса за счет воздействия электрического поля в зоне продувки.

Электрическая цепь состоит из таких участков: фурма - зона продувки - металл. Электрический контакт между боковой поверхностью фурмы и шлаком исключен путем нанесения огнеупорного материала на поверхность фурмы, за счет этого нет утечки электричества и напряженность электрического поля в зоне продувки увеличивается.

Кроме того, в электрическом поле повышается поверхностное натяжение жидкости, что уменьшает скорость испарения железа и его окислов, т.е. уменьшается пылеобразование. Поскольку частицы пыли заряжены, они в электрическом поле изменяют траекторию, часть из них прилипает к металлу или шлаку, и только часть выносится за пределы зоны продувки и из конвертера и таким образом уменьшается пылевыделение.

Толщина слоя электроизоляционного материала не имеет значения, так как в качестве электроизолятора работают только холодные слои, прилегающие к водоохлаждаемому телу фурмы (по мере нагрева оксидных материалов их электропроводность повышается). Покрытие поверхности фурмы электроизоляционным материалом не снижает эффекта защиты футеровки, так как электрический ток в конечном счете все равно проходит через границу раздела огнеупоров со шлаком. Однако при этом появляется новый эффект - снижение пылеобразования.

Для эффективности описываемого способа и требуемого электросопротивления электроизоляционного материала для покрытия наружной поверхности фурмы провели две серии экспериментов на лабораторном 100 кг конвертере.

В первой серии экспериментов продувочную фурму покрывали материалом из окиси магния с добавлением 10% огнеупорной глины. Удельное электролитическое сопротивление этого материала при 300°C составляло $10^9 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Отрицательный или положительный полюс источника постоянного тока подключили к водоохлаждаемой изолированной от металлоконструкций и земли покрытой указанным составом кислородной фурмы, а другой полюс через графитовый токопровод - к жидкому металлу. Напряжение источника тока при разомкнутой цепи составляло 40 В.

Во время продувки напряжение колебалось в пределах 20-40 В, а сила тока 10-100 А. Пробы газа на содержание пыли отбирали из газопровода, расположенного непосредственно над конвертером. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Во второй серии экспериментов интенсивность продувки во всех случаях составляла $0,26 \text{ м}^3/\text{мин}$, значения электрического напряжения и силы тока колебались в тех же пределах, что и для первой серии экспериментов. Отличие второй серии экспериментов состояло в том, что в материал для покрытия фурмы добавляли графит в различном количестве для достижения значений удельного электрического сопротивления, указанных в табл.2. Пробы газа на содержание пыли отбирали так же, как и в первой серии экспериментов.

Из табл.1 видно, что при подключении к фурме минуса источника тока, пылеобразование уменьшается в тем большей степени, чем выше интенсивность продувки. При интенсивности продувки $0,26 \text{ м}^3/\text{мин}$ содержание пыли в отходящих газах уменьшается в 2,7 раза. В производственных условиях интенсивность продувки гораздо выше, чем в лабораторных экспериментах. Так, например, в конвертерах она может составлять $(500 \dots 1000) \text{ м}^3/\text{мин}$, поэтому следует ожидать, что и эффективность предложенного способа в производственных условиях будет выше.

При подключении к фурме положительного источника постоянного тока тоже наблюдается снижение пылеобразования, но в гораздо меньшей степени.

Из табл.2 видно, что снижение электросопротивления электроизоляционного слоя фурмы до $200 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ не уменьшает эффективности предлагаемого способа, а при дальнейшем уменьшении электросопротивления эффективность резко снижается. В первой графе табл.2 "Без покрытия" представлены результаты испытаний прототипа. Сопоставления данных этой графы с данными табл.1 показывают, что в этом случае пылеобразование не уменьшается.

Проведенные эксперименты показали, что описываемый способ продувки металла кислородом обеспечивает значительное снижение пылеобразования и что эффект достигается при электросопротивлении

электроизоляционного слоя фурмы ($100 \dots 10^9$) Ом.м. Очевидно, что при большем электросопротивлении эффект также будет достигаться. В то же время установлено, что при отсутствии электроизоляции фурмы, что соответствует прототипу, эффект не достигается.

Эксперименты проведены при напряжении постоянного источника тока не превышающего 40 В. Это напряжение легко применить в производственных условиях, не нарушая техники безопасности.

Из представленных данных следует, что снижение пылеобразования наблюдается при одновременном совпадении следующих условий,

Один из полюсов источника постоянного тока соединяют с продуваемым металлом, а другой - с изолированной от металлоконструкций и земли водоохлаждаемой фурмой, через которую производят продувку металла кислородом.

Наружную поверхность фурмы покрывают электроизоляционным материалом с удельным электросопротивлением ($100 \dots 10^9$) Ом.м.

При невыполнении этих условий или отклонении режимных параметров от заявляемых значений положительный эффект снижения пылеобразования исчезает.

Т а б л и ц а 1

Результаты экспериментов первой серии

Интенсивность продувки, м ³ /мин	Содержание пыли в отходящих газах при подсоединении одного из полюсов источника постоянного тока к фурме		
	без тока	+	-
0,14	0,10	0,10	0,10
0,18	0,30	0,25	0,25
0,22	0,63	0,57	0,30
0,26	0,95	0,83	0,35

Т а б л и ц а 2

Результаты экспериментов второй серии

Удельное электросопротивление покрытия фурмы, Ом·м	Содержание пыли в отходящих газах при подсоединении к фурме полюса источника постоянного тока, г/м ³	
	+	-
Без покрытия	0,94	0,96
30	0,90	0,72
50	0,87	0,53

Продолжение табл. 2

Удельное электросопротивление покрытия фурмы, Ом·м	Содержание пыли в отходящих газах при подсоединении к фурме полюса источника постоянного тока, г/м ³	
	+	-
100	0,83	0,36
10 ³	0,82	0,33
10 ⁵	0,85	0,34
10 ⁹	0,83	0,35