

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ПОТЕРИ МЕТАЛЛА СО ШЛАКАМИ МЕТАЛУРГИИ ТЯЖЕЛЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Кушнир В. С. (МКМ-12м)\*

Донецкий национальный технический университет

В данной работе исследовали причины потерь металлов со шлаками шахтной и конвертерной плавки.

Экспериментальные плавки проводили в печи Таммана в атмосфере аргона в корундовых тиглях. Варьировали время выдержки, температуру процесса и состав шихты.

Фазовый состав шлака определяли с помощью оптического микроскопа при различных увеличениях.

Микроскопические исследования промышленных шлаков показали, что растворимая в шлаковых расплавах медь выделяется при охлаждении в виде капельно-жидкой металлической фазы в следующих разновидностях:

1) В шлаках конца первого периода конвертирования медных, свинцово-медных и никелево-медных штейнов, если эти шлаки сливаются с белого матта.

2) В отвальных шлаках свинцового производства, получаемых после фьюмингования шлаков шахтной свинцовой плавки. В этих шлаках металлическая медь появляется непременно, если до или после фьюмингования шлаковый расплав подвергают окислительной продувке с образованием на подине фьюминг-печи белого матта.

Из анализа структуры шлаков следует, что в большинстве случаев медь начинает выделяться из конверторных шлаков после кристаллизации магнетита. Выделения ее оседают при отстаивании охлаждающего в ковше шлака, но накапливаются на сравнительно высоком уровне от дна ковша. Кристаллы же магнетита успевают осесть ниже, поскольку выделяется из расплава первыми. Еще ниже находится зона шлака, обогащенного включениями белого матта.

С увеличением времени охлаждения шлака диаметр капельных выделений меди возрастает от 1,5 – 2,0 микрон в ложечных пробах шлака до 45-50 микрон в шлаках, охлажденных в ковше. Это подтверждает то, что медь выделяется из охлаждающегося шлака. Медь не входит в структуру оксидных и силикатных минералов шлаков.

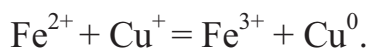
С увеличением времени охлаждения шлака диаметр капельных выделений меди возрастает от 1,5-2,0 микрон в ложечных пробах шлака до 45-50 микрон в шлаках, охлажденных в ковше. Это еще раз подтверждает то, что медь выделяется из охлаждающегося шлака.

Как из конвертерных шлаков, так и из шлаков фьюмингования очень небольшая часть растворимой меди (не более 5%) иногда выделяется при охлаждении в виде сульфидной капельно-жидкой фазы.

---

\* Научный руководитель - д.т.н., профессор Маняк Н.А.

Согласно представлениям о структуре жидких шлаков, железистые шлаки, к числу которых относятся конвертерные и их разновидности, шлаки фьюмингования обладают наиболее сильно выраженными полупроводниковыми свойствами. В их расплавах постоянно находится некоторое количество свободных электронов. Это создает возможность перехода из штейна в шлак катионов меди до предела, отвечающего условиям равновесия системы. Одновременно в шлак переходит и сера. Чем выше степень окисления шлака, т.е. отношение в нем  $Fe^{3+}: Fe^{2+}$ , тем больше перейдет в шлак меди и меньше серы. Конвертерные шлаки, сливаемые с белого матта, содержат до 3% меди и 0,20-0,25% серы. Шлаки фьюмингования, под которыми после окислительной продувки образуется белый матт, содержат до 1,25% меди и 0,18-0,20% серы. В конвертерных шлаках отношение Cu:S оказывается особенно высоким (например, против стехиометрии  $Cu_2S$ ), и растворимая в них медь при охлаждении, в основном, выделяется в виде металла, предположительно по следующей реакции:



Отношение Cu:S в шлаке никогда не отвечает отношению их в нижележащем штейне.

Основной особенностью капельных сульфидных выделений в шлаках является резкое их отличие от штейна по составу. Это проявляется не только в неодинаковом количественном отношении одних и тех же минералов, выкристаллизовавшихся из сульфидных выделений и из штейна, но и в резком различии их фазового состава. Например, установлено, что количественно преобладающим минералом штейнового включения является борнит, а в сульфидных выделениях этот минерал находится в подчиненном количестве по отношению к пирротину. В отвальных шлаках от выплавки свинцово-медных штейнов и в конвертерных шлаках от переработки этих штейнов часто наблюдаются капельные выделения, которых основной объем (70-80%) занимает либо сфалерит, либо галенит, хотя в штейнах всегда количественно преобладает борнит и среднее содержание меди составляет 45%.

Уместно заметить, что не только в отвальных шлаках, но и в шлаках шахтной свинцовой плавке часть сульфида цинка выделяется из шлакового расплава в виде дендритов на ранней стадии кристаллизации.

Следует заметить, что выделения олова практически полностью находятся между кристаллами силикатов в стекле, в виде которого затвердевает остаточный расплав после завершения роста силикатных кристаллов. Следовательно, рост этих кристаллов в какой то мере опережает начало процесса выделения из шлаков растворимого олова.

Таким образом, для снижения общих потерь меди со шлаками при плавке тяжелых цветных металлов их необходимо перед передачей в отвал подвергать дополнительной обработке с целью извлечения включений меди или использовать при выплавке меди или ее сплавов.