

Студент гр. 10405418 Пинчук Р.В., гр. 10405119 Хорольский П.Д.,
гр. 10405117 Далецкий А.Р.
Научный руководитель – Корнеев С.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

При плавке количество газов на 1 т стали в среднем составляет 135-335 м³/ч [1]. Содержание пыли в «первичных» (неразбавленных воздухом) газах находится на уровне 5-10 г/м³ при плавлении и 20-50 г/м³ в окислительный период. В итоге количество выделяемой пыли изменяется в достаточно широких пределах – от 6 до 25 кг/т стали. Следует отметить, что плавильная пыль является опасным токсичным веществом вследствие предельно малого размера частиц (менее 1 мкм) и химического состава, в основе которого соединения многих тяжелых металлов.

Выбросы пыли в своей основе появляются из-за загрязнённой шихты и плохо очищенного стального лома, получаемого при утилизации различных транспортных средств, бытовой техники, оцинкованной метизной продукции и листового проката, а также труб водоснабжения. При нагревании таких веществ как поливинилхлорид (ПВХ), полиэтилен, а также резины могут выделяться особо вредные хлористые соединения, аммиак, формальдегиды.

Тяжелые металлы такие как цинк и свинец имеют температуру плавления ниже чем у стали что заставляет их интенсивно испаряться, окисляться, осаждаясь в виде пыли которая удаляется системами газоочистки.

Одной из основных проблем, с которой сталкиваются во всем мире при эксплуатации сталеплавильных агрегатов, является утилизация пыли, образующейся в электродуговых печах, при работе которых 1-2 % шихты превращается в пыль. Химический состав пыли зависит от типа лома, используемого для выплавки, стали, технологии плавки и способа удаления газа из печи и цеха. Поэтому и окислы, содержащихся в электродуговой пыли, по химическому составу различны, это могут быть окислы цинка, железа, никеля, хрома и др.

Системы газоочистки улавливают 70-90 % массы выбросов плавильной пыли, которая в свою очередь может подвергаться рециклингу в окомкованном виде или использоваться в качестве вторичного сырья.

Цинк и свинец являются ценными материалами поэтому их переработка из пыли может позволить окупить установку высокоэффективного пылеулавливающего устройства.

Ежегодно предприятия черной металлургии отправляют в отвалы пыли с повышенным содержанием цинка, в количестве 5-10% от массы выпущенного товарного металла. Ежегодный суммарный мировой прирост цинксодержащей пыли оценивается в 10-15 млн. тонн. Содержание цинка в такой пыли колеблется в широком диапазоне: от 2 до 20%, так же существуют отдельные техногенные месторождения с содержанием по цинку около 30%. Среднее же содержание по цинку оценивается в 8-10%.

Повысить качество переработки пыли можно многократным использованием пыли для повышения в ней концентрации цинка. Так на некоторых заводах Европы используют технологию, при которой технологические газы проходят через систему газоочистки с рукавными фильтрами, пыль собирается в специальном бункере и используется вновь: вскоре после расплавления лома ее вдувают в зону раздела металл-шлак. Для улучшения процесса пневмотранспорта используют смесь пыли и угля. Практически весь цинк, содержащийся во вдуваемых отходах, испаряется и переходит в образующуюся пыль. Таким способом удается повысить концентрацию цинка в отходах почти в 1,5 раза.

На ряде предприятий используют метод вельцевания пыли. В ходе процесса вельцевания пыль спекают, образуя гранулы, которые восстанавливают с помощью угля или кокса, впоследствии возгонки пары цинка конденсируют и улавливают специальными фильтрами.

Так же могут использовать метод гидрометаллургии. По одному из вариантов технология включает в себя выщелачивание цинка, свинца, меди, кадмия и кальция раствором кислоты с образованием соответствующих растворимых комплексов металлов и последующее сульфидное осаждение тяжелых металлов сероводородом H_2S . Переработка цинксодержащей пыли методами гидрометаллургии реализована на некоторых заводах Италии и США.

Так же, на одном из итальянских заводов для переработки отходов, образующихся при выплавке нержавеющей марки стали, установили переплавную плазменную печь постоянного тока, которая ежегодно перерабатывает около 20 тыс. т отходов. Получают сплав (в зависимости от состава отходов), содержащий, %: Cr 8-6; Ni 2-8; Mn 2-4; C 3-5. Состав шлака при переплаве, %: CaO 40-45; SiO_2 25-30; Cr_2O_3 около 2. Улавливаемая в процессе переплава плавильная пыль содержит более 50 % ZnO и около 6 % PbO [2].

Японский исследовательский центр металлов разработал процесс для дуговой печи без пылевыведения, который позволяет напрямую перерабатывать высокотемпературные отходящие газы. Отходящие газы из дуговой печи поступают в углеродсодержащий фильтр, где из газов извлекается железо. Цинк и свинец которые присутствуют в газе в виде пара, проходят через фильтр и удаляются в конденсаторе для тяжелых металлов в виде металлического цинка и свинца.

Одним из примеров утилизации пыли является метод брикетирования с помощью добавки связующего вещества или без, путём прессования в брикеты нужной формы.

В качестве связующего вещества могут использовать: жидкое стекло, известь, науглероживатель и др.

В Японии разработан процесс, названный VHR-процесс [2].

Процесс проводят в несколько этапов:

1) сухую пыль выдерживают при температуре 500-900 °C в течение 3 мин в вакууме при давлении 133 Па (1мм рт. ст.); на этом этапе из отходов удаляются натрий, калий, свинец и его соединения (PbO , $PbCl_2$, PbF_2);

2) ведут восстановление цинка; в качестве восстановителя выступают Fe и FeO;

3) испарившийся восстановленный цинк конденсируют в конденсаторе при температуре, превышающей температуру кипения цинка (при том же низком давлении);

4) оставшийся после удаления из пыли цинка железистый продукт брикетируют и используют в составе металлошихты при выплавке стали. Степень удаления цинка из отходов при такой технологии приближается к 100%.

Однако технологии брикетирования имеют недостатки такие как:

1) Дороговизна связующего вещества, а также увеличение количества шлака при последующей плавке;

2) Брикеты не обладают достаточными магнитными свойствами для того чтобы их можно было загрузить магнитными кранами;

3) Необходимость инвестиций и территории для создания линии производства брикетов.

Например, рециклинг конвертерных газов и пыли по схеме VOEST-ALPINE заключается в отборе грубой и тонкой пыли на различных участках системы газоочистки и подаче ее в роторную печь для обжига с последующим брикетированием при использовании валкового пресса и возврата в конвертер.

Для внедрения технологий по утилизации пыли требуется финансирование в исследовании вопроса связующего вещества для брикетов, а также большая заинтересованность предприятий этим вопросом т.к. в перспективе это может не только окупить затраты на построение линий утилизации, но и начать приносить прибыль и что немаловажно позволит сделать металлургическую промышленность гораздо более экологичной.

Внедрение систем предварительного нагрева шихты и лома, а также дополнительная подготовка шихтовых материалов к плавке в электродуговой печи позволяют уменьшить количество выбросов в виде газа и пыли, а также в целом повышают качество продукции.

Список использованных источников

1. Грищенко Е.А., Горбунова Л.Н., Кугузова В.П. Промышленная экология: учебное пособие. Красноярск: ИПЦ. КГТУ, 2007. – 743 с.
2. Утилизация – переработка сталеплавильной пыли // Электронный ресурс URL: http://emchezgia.ru/ekologiya/15_pererabotka_staleplavilnoi_pyli.php