

## ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ОКСИДА ЦИНКА И ПРЕДВОССТАНОВЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ

Г.Г.Бардавелидзе<sup>1</sup>, И.С.Берсенев<sup>1</sup>, В.А.Горбачев<sup>1</sup>, В.В.Кашин<sup>2</sup>, Р.А.Полуяхтов<sup>1</sup>

(1 – ООО «НПВП «ТОРЭКС», г.Екатеринбург, e-mail:npvp@torex-npvp.ru;

2 – ИМЕТ УрО РАН, г.Екатеринбург)

Железосодержащие пыли и шламы могут быть подвергнуты рециклингу в технологической схеме производства чугуна и стали. Однако вернуть их в основной технологический процесс не всегда представляется возможным вследствие наличия вредных примесей, прежде всего цинка. Поэтому проблема утилизации цинксодержащих металлургических отходов является весьма актуальной практически для всех предприятий черной металлургии.

Попытка приблизиться к ее решению, а именно – разработать рациональную схему переработки железосодержащих материалов, загрязненных цинком, составила цель настоящей работы.

Результаты анализа информации [1-12] о процессах переработки металлургических отходов свидетельствуют, что наиболее рационально организовать технологию с получением двух товарных продуктов - железо прямого получения и товарный концентрат оксида цинка. К числу таких технологий относятся:

- решетка – вращающаяся печь (завод Касима);
- Inmetco, FASTMET, ZincOx, PRIMUS (печь с вращающимся подом/ многоподовая печь);
- ОХУСУР (шахтная печь);
- PIZO, РОМЕЛТ (плавильный реактор).

Как правило, что плавильные реакторы и шахтные печи сопровождаются большим выносом пыли (6–8% от загружаемой шихты) по сравнению с установками на базе печей с вращающимся подом и вращающихся (трубчатых) (0,7–1,0 %). Последнее обстоятельство приведет к значительному сокращению концентрации оксида цинка в уловленной пыли. Из группы процессов на основе печей с вращающимся подом рассмотрим широко освоенную технологию FASTMET. Также из процессов на основе плавильных реакторов выделим, на

наш взгляд, перспективную технологию РОМЕЛТ. Таким образом, объектами дальнейшего сравнительного анализа являются следующие процессы:

- решетка–вращающаяся печь;
- FASTMET;
- РОМЕЛТ;
- ОХУСУР.

Сравнительный анализ удельных капитальных и эксплуатационных затрат [12] позволил заключить, что наиболее экономически выгодным процессом переработки цинксодержащих отходов является комбинированная установка «колосниковая решетка – трубчатая вращающаяся печь». На рис.1 приведена предлагаемая схема процесса утилизации отходов на базе этой установки. Краткое описание технологи представлено ниже.

Смешанные металлургические шламы пульпопроводами подаются в сгустители 1. Пульпа с влажностью до 40 %, перемешанная и усредненная в промежуточных сборниках 2, подается в сушильные барабаны 3, где шламы подсушиваются до влажности 6-8 %. Сухие отходы (влажность до 1 %) принимаются в силосы 4, оснащенные аспирационными устройствами. Отсевы кокса (крупность 10-0 мм) подаются на грохот 5 для разделения на классы 10-5 мм и 5-0 мм. Подсушенные шламы и сухие пыли в заданном соотношении с коксом крупностью 5-0 дозируются на сборный конвейер и подаются в шаровую барабанную мельницу 6 для измельчения. Измельченная усредненная шихта и бентонитовый порошок подаются в расходные бункеры, из которых дозируются в интенсивный шнековый смеситель 7. Смешанная шихта поступает в бункер перед чашевым окомкователем 8 для выдержки бентонита. В окомкователе происходит формирование сырых окатышей крупностью 10-20 мм. Смеситель и окомкователь снабжены устройствами подачи воды для обеспечения влажности шихты 9,0-9,2 %. Сырые окатыши подаются на роликовый питатель 9, который отсеивает некондиционные окатыши (<math>-9\text{ мм}</math>). Просыпь роликового питателя системой конвейеров возвращается в шаровую барабанную мельницу 6. Уложенные на колосниковую решетку 10 сырые окатыши подвергаются термообработке (сушка до 350 °С и нагрев до 900 °С). С учетом высоких термических нагрузок для защиты колосников предусматривается укладка постели из подогретых упрочненных окатышей, отбираемых из разгрузочного желоба решетки. Горн колосниковой решетки отапливается природным газом. Отходящие газы транспортируются в систему пылеулавливания 12, откуда после очистки сбрасываются в трубу 14.

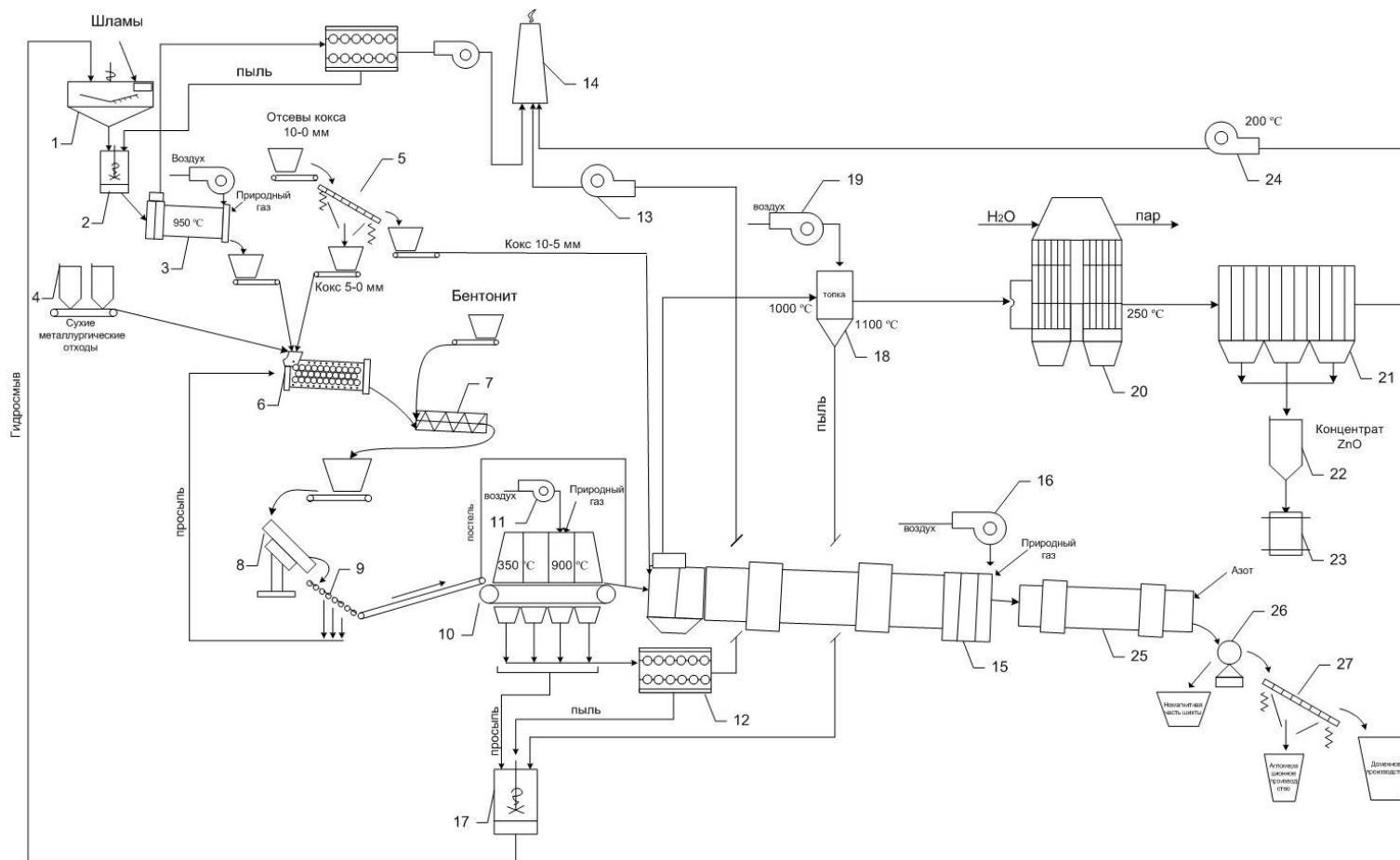


Рис.1. Схема утилизации Zn-содержащих пылей и шламов на базе установки «колосниковая решетка – вращающаяся печь»

1 – сгустители, 2 – промежуточные сборники, 3 – сушильные барабаны, 4 – силосы, 5 – грохот, 6 – барабанная мельница, 7 – шнековый смеситель, 8 – чашевый окомкователь, 9 – роликовый питатель, 10 – колосниковая решетка, 11 – вентилятор, 12 – батарейные циклоны, 13 – дымосос, 14 – дымовая труба, 15 – вращающаяся печь, 16 – вентилятор, 17 – промежуточный сборник, 18 – циклонная топка, 19 – вентилятор, 20 – котел-утилизатор, 21 – рукавный фильтр, 22 – силос, 23 – упаковочная линия, 24 – дымосос, 25 – барабанный холодильник, 26 – магнитный сепаратор, 27 – грохот

Упрочненные окатыши перегружаются в загрузочную головку вращающейся печи 15, куда также подается фракция отсевов кокса 10-5 мм. Во вращающейся печи, отапливаемой природным газом, происходит восстановление оксидов цинка, железа и сопутствующих элементов, содержащихся в упрочненных окатышах. Восстановительная атмосфера в пересыпающемся слое окатышей обеспечивается за счет твердого топлива, находящегося как внутри окатышей, так и дополнительно загружаемого в печь. Восстановленный цинк под действием высокой (до 1150 °С) температуры испаряется и выносится с отходящими газами через загрузочную головку печи. Отходящие газы транспортируются в циклонную топку 18, где происходит их дожигание, а также улавливание выносимой из печи пыли крупных фракций. Пыль, улавливаемая в циклонной топке и батарейных циклонах колосниковой решетки, а также просыпь из-под колосниковой решетки, убираемая гидросмывом, поступают в промежуточный сборник 17, откуда подаются в сгустители. После дожигания отходящие газы проходят через котел-утилизатор 20, где их температура снижается до 200-250 °С и происходит парообразование поступающей воды. Одновременно происходит конденсация паробразного цинка в твердое агрегатное состояние. Охлажденный газ поступает на очистку в рукавный фильтр 21. Уловленная пыль крупностью 0,03-100 мкм представляет собой концентрат ZnO, который собирается в силос 22, снабженный аспирационными устройствами. Концентрат ZnO из силоса поступает на упаковочную линию 23 и отгружается на склад концентрата, откуда транспортируется на предприятия-потребители. Восстановленные окатыши со степенью металлизации железа ~40 % из вращающейся печи перегружаются в барабанный холодильник с водяным охлаждением 25, в котором их температура снижается до 100°С. Для предотвращения окисления металлизированных окатышей узел загрузки выполнен герметично, а рабочее пространство холодильника заполнено азотом. Охлажденные окатыши поступают на барабанный магнитный сепаратор 26, где происходит выделение золы кокса из потока материала. Сепарированные окатыши поступают на грохот 27, где выделяется кондиционный класс 8-18 мм, направляемый в доменное производство. Некондиционная мелочь (-8 мм) направляется в агломерационное производство.

Рассмотренная схема обладает следующими преимуществами. Во-первых, она позволяет, кроме решения экологических проблем, получить два вида продукта: товарный концентрат оксида цинка и предвосстановленные железосодержащие окатыши для дальнейшего доменного передела. Во-вторых, эта схема конкурентоспособна с точки зрения

капитальных и эксплуатационных затрат. В-третьих, используется относительно недорогое и коммерчески освоенное оборудование.

### Список литературы

- 1) Steel Industry Technology Roadmap. 2007. // [www1.eere.energy.gov/industry/steel/printable\\_versions/roadmap.html](http://www1.eere.energy.gov/industry/steel/printable_versions/roadmap.html)
- 2) [www.kashimasenko.co.jp](http://www.kashimasenko.co.jp)
- 3) [www.inmetco.com](http://www.inmetco.com)
- 4) McClelland J.M. FASTMET®: Proven Process for Steel Mill Waste Recovery // [www.midrex.com/uploads/documents/FASTMET\\_Proven\\_Process\\_ISS\\_110021.pdf](http://www.midrex.com/uploads/documents/FASTMET_Proven_Process_ISS_110021.pdf)
- 5) Tateishi M., Fujimoto H., Harada T., Sugitatsu H. Development of EAF Dust Recycling and Melting Technology Using the Coal-based FASTMELT® Process // Direct from Midrex. Special Report Winter 2008/2009. P. 9 – 15.
- 6) [www.zincox.com](http://www.zincox.com)
- 7) Roth J.-L. Paul Wurth's Technologies for Recycling Steelmaking Residues and Non-ferrous Metals // Труды конференции AIST "Scrap Substitutes and Alternative Ironmaking V", Балтимор, США, 2-4 ноября, 2008.
- 8) Новый способ переработки отходов сталеплавильных заводов // [http://briket.ru/briket\\_steel1.shtml](http://briket.ru/briket_steel1.shtml)
- 9) [www.pizotech.com](http://www.pizotech.com)
- 10) Роменец В. Бескоксовая металлургия: российский вариант // [http://www.apollo-w.ru/art/Beskoksovay\\_metallurgiy\\_rossiiskii\\_variant.html](http://www.apollo-w.ru/art/Beskoksovay_metallurgiy_rossiiskii_variant.html)
- 11) [www.ausmelt.com.au](http://www.ausmelt.com.au)
- 12) Принципы выбора оптимальной технологии утилизации цинксодержащих металлургических отходов / Бардавелидзе Г.Г., Гараева Е.А., Горбачев В.А., Кашин В.В., Полуяхтов Р.А., Хлпотоунов Ю.Б. // Сталь, №9, 2010г., с.19-22