

восходство процесса ГКР над процессом АОД, используемым до этого на предприятиях КНР.

В настоящее время в Китае (провинции Сычуань, Шандон, Фуцзянь) успешно работают три завода, имеющие в своем составе по три конвертера ГКР емкостью 60—80т, на которых были достигнуты следующие основные технико-экономические показатели производства коррозионно-стойкой стали методом ГКР: стойкость футеровки — 150-200 плавок, расход кремния на восстановление окислившегося хрома — 11,0-11,5 кг/т, расход извести — 50-65 кг/т, общее использование хрома на конвертерном переделе — 97-99%.

За все промышленную практику процесс ГКР доказал свою эффективность и конкурентоспособность. Продолжаются работы по его совершенствованию и внедрению. В настоящее время ведется строительство металлургического завода в городе Дандонг (КНР) в составе 3-х конвертеров ГКР емкостью по 10 т и 2-х электропечей с годовым объемом производства 100 тыс. т; на Украине на заводе Прессов в г. Днепропетровск строится конвертер емкостью 15 т, пуск которого планируется на второй квартал 2014 года.

**Ю.С. Пройдак , Я.В. Мянновская , О.А. Гогенко**

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

## **ОКОМКОВАНИЕ МАРГАНЦЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ 2 СОРТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В АГЛОМЕРАЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ**

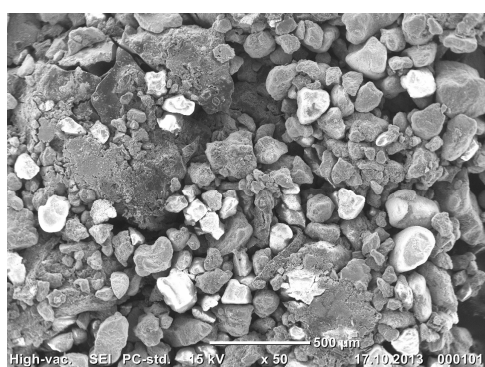
Анализ физико-химических свойств концентратов 2-го сорта обогащения марганцевых руд Орджоникидзевского ГОКа показывает, что характерная для них зернисто-песчаная структура не обеспечивает достаточно хорошую комкуемость аглошихты, что не позволяет при проведении ее грануляции получить требуемый гранулометрический состав и прочностные показатели гранулируемого материала. В дальнейшем это приводит к снижению производительности агломашины. Однако, трудность их использования заключается в плохой слипаемости при окомковании и брикетировании.

Степень окомкования марганцевых концентратов 2-го сорта по обычной технологии при дополнительном увлажнении составляет 1,62, а прочность гранул менее 1 кг/на образец. Спекания такого материала практически не происходит, что ограничивает возможности их использования в шихте для агломерации. Это вызывает необходимость поиск связующего, который обеспечит комкуемость материала с зерни-

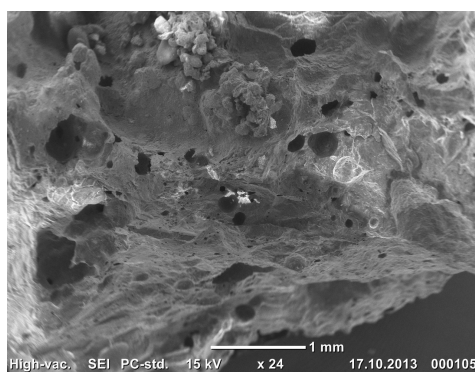
стой структурой. Нами установлено, что из исследуемых связующих ввод реагента торфгидроксидный в количестве 5% повысил степень окомкования с 1,62 до 3,27. При окатывании на тарельчатом грануляторе с диаметром тарелки 3 м с частотой вращения 12 об/мин была достигнута производительность 1,0-1,2 т/ч с получением прочных окатышей. Гранулы были высушены в обычных условиях в течении 12 часов, что повысило их прочность и целостность при перегрузках.

В лабораторных условиях НМетАУ реагент торфгидроксидный испытан при получении агломерата из шихты, содержащей концентрат 2-го сорта обогащения марганцевой руды. Шихта для агломерации состояла: концентрат 2-го сорта - 73,53%; коксик - 7,35%; РТГ (реагент торфгидроксидный) - 4,41%; возврат - 14,71%. Спекание производили при следующих условиях: высота слоя шихты - 300 мм; разрежение - 1000 мм вод.ст.; время зажигания - 1,5 мин.; температура зажигания - 1220<sup>0</sup>С; время спекания - 14,5 мин.; максимальная температура спекания - 1360<sup>0</sup>С; усадка - 80 мм. Качество полученного агломерата: выход годного - 81,3%; прочность на удар - 3,0%; прочность на истирание - 1,5%; химический состав готового агломерата: Mn<sub>общ</sub> - 28,72%, S - 0,211, C - 0,91%. При использовании в качестве связующего других материалов (ССБ, раствор муки, бентонит и др.) высоких показателей механической прочности и повышения содержания Mn<sub>общ</sub> не отмечено.

Морфологический анализ спеченной смеси и исходных компонентов проводили с помощью растрового электронного микроскопа NeoScope II (фирмы Jeol, Япония) в режиме высокого вакуума при ускоряющем напряжении 15 кВ. Режим наблюдения - secondary electron image (вторичные электроны). Характерный вид структур смеси до спекания и после спекания показан на рисунке.



а



б

Рисунок. Структура шихтовой смеси для агломерации до спекания (а) и после спекания (б): x24

Как видно из рис. 1 торф достаточно равномерно распределяется между зернами исходной шихтовой смеси и создает условия для окомкования мелкокристаллических фракций концентрата 2 сорта.

Согласно результатам фрактографического анализа выявлена тонкая структура излома спеченного образца. Структура поверхности разрушения характеризуется ямочным микростроением. Характерный рельеф, образуемый совокупностью отдельных фасеток. Такое строение объясняется тем, что при достижении предельных состояний в локальных объемах на участках, представляющих собой препятствия для непрерывности деформации, зарождаются микропустоты. По мере увеличения напряжений микропустоты растут, сливаются, что приводит к полному разрушению с образованием на изломе углублений в виде ямок, соединенных между собой перемычками. Различный размер ямок свидетельствует о разном зернистости структуры, которая напрямую связана с различной дисперсностью исходных материалов смеси.

На «стенках» чашечного излома наблюдаются сильно вытянутые лунки (рис. 2, г). Они являются результатом разрушения материала вдоль поверхности локализованного интенсивного сдвига. Светлая структурная составляющая смеси (торф) располагается по границам зерен (лунок) и выполняет связующую функцию между более крупными темносерыми структурными составляющими. В структуре поверхности излома обнаружена макро- и микропористость, которая также располагается по границам зерен (лунок). По результатам количественной металлографии минимальный размер пор составляет 20 мкм. Поры данного размера составляют 57% от всех пор.

Торф (светлая структурная составляющая связывает как крупные зерна (ямки) размером 300...450 мкм (рис. 2, б), так и мелкие зерна (лунки) размером 2,4...3,2 мкм (рис. 2, в). Выявлена зависимость толщины торфяных перемычек от размера соединяемых зерен, которая определяется следующим образом. При увеличении размера зерна в 100 раз (соотношение размера крупного зерна и мелкому (300 мкм/3 мкм)) толщина связующей торфяной перемычки увеличивается в 10 раз (соотношение толщины торфяной перемычки вокруг крупного зерна к толщине торфяной перемычки вокруг мелкого зерна (32 мкм/3,2 мкм)).

Известно, что органическое вещество торфа состоит из растительных остатков, претерпевших различную степень разложения. Происхождение торфа связано с накоплением остатков отмершей растительности, наземные органы которой гумифицируются и минерализуются в поверхностном аэрируемом слое болота, называемом торфогенным горизонтом, почвенными беспозвоночными животными, бактериями и грибами. Подземные органы, находящиеся в анаэробной среде, консервируются в

ней и образуют структурную (волокнистую) часть торфа. Элементарный состав торфа: 50-60 % углерода, 5,0-6,5 % водорода, 30-40 % кислорода, 1-3 % азота, 0,1-1,5 % серы на горючую массу. В компонентном составе органической массы торфа содержание водорастворимых веществ составляет 1-5 %, битумов 2-10 %, легкогидролизуемых соединений 20-40 %, целлюлозы 4-10 %, гуминовых кислот 15-20%, лигнина 5-20 %.

Как показали проведенные исследования, на процесс окомкования положительное влияние оказывает реагент торфгидроксидный, что связано с капиллярным механизмом окомкования. Согласно капиллярной теории окомкования, при взаимодействии твердых частиц шихты и увлажняющей жидкости возникают капиллярные силы, стягивающие частицы. В щель между двумя частицами шихты, которые смачиваются водой, за счет капиллярного давления втягивается жидкость, вследствие чего и возникают силы, стягивающие эти частицы. Чем больше капиллярное давление, тем больше сила  $F$ , удерживающая частицы. Сила  $P$ , поднимающая жидкость в капилляре, приложена по его окружности и равна поверхностному натяжению жидкости  $\sigma$ , удерживающему ее мениск на определенной высоте. Отсюда следует, что основными факторами, определяющими процесс окомкования шихты, являются поверхностное натяжение увлажняющей жидкости, угол смачивания ею материала и размеры капилляра.