

угольные пальчиковые элементы и мелкие «часовые» таблетки – в основном щелочные цинк-угольные элементы.

Схема переработки I группы (никель-кадмиевые элементы) состоит в последовательности операций: размол с отделением в обособленные продукты (пластик и бумага, металлические корпуса и контакты, угольный порошок, в котором сосредоточены: щелочь, кадмий и никель в форме гидратированных окислов); восстановительный обжиг при  $t = 800^{\circ}\text{C}$  угольного порошка в ретортной печи. Далее угольный остаток с восстановленным никелем подвергаются магнитной сепарации с отделением никелевого порошка и производят брикетирование угольного порошка, пластика и бумаги в брикеты для металлургических целей.

Получаемые продукты: угольные брикеты на полимерно-целлюлозной связке, железно-никелевый скрап, чушковый кадмий, кусковая щелочь. Возможно получение отдельно никелевого порошка или никелевых гранул.

Переработка литиевых элементов II группы реализуются в следующей последовательности: размол с разделением на продукты (пластик и бумага, металлические корпуса, электроды, контакты, активная масса, содержащая уголь, кобальт, литий в форме окислов в щелочи); восстановительный обжиг при  $800^{\circ}\text{C}$  активной массы для восстановления кобальта из окиси; магнитная сепарация кобальта из активной массы; выщелачивание водой гидроокиси лития; вакуумное выпаривание раствора с осаждением моногидрата гидроокиси лития.

Получаемые продукты: угольные брикеты на полимерно-целлюлозной связке, железно-никелевый скрап, порошок кобальта, моногидрат гидроокиси лития.

Переработка солевых и щелочных цинк-угольных и цинк-марганцевых элементов III группы включает операции: размол с разделением на продукты (пластик и бумага, железно-никелевый скрап, цинковый скрап, угольная набивка, содержащая марганец, цинк, соли и щелочи); дистилляционный восстановительный обжиг угольной массы с дробной кристаллизацией цинка, хлорида цинка и щелочи; магнитная сепарация марганца из угольной массы.

Получаемые продукты: угольные брикеты на полимерно-целлюлозной связке, железно-никелевый скрап, цинк чушковый, хлорид цинка, щелочь, марганцевый концентрат.

Все процессы переработки различных типов элементов питания осуществляются на однотипном оборудовании.

Предложенные способы являются наиболее эффективными, однако необходимо еще проводить исследования для разработки общего процесса, позволяющего осуществлять переработку всех типов ХИТ в одном производственном цикле.

УДК 669.054.82

### **Анализ способов переработки сталеплавильных шлаков**

Студенты гр. 104110 Однолько А.С., гр.104111 Ковалев А.А.

Научный руководитель Немененок Б.М.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Наиболее крупнотоннажными отходами производства, образующимися при выплавке стали в электродуговых печах, являются сталеплавильные шлаки.

В процессе плавки образование шлака неизбежно и необходимо. Основными функциями сталеплавильного шлака являются: поглощение и удаление из расплавленного металла вредных примесей и защита расплавленного металла от насыщения газами, содержащимися в атмосфере печи.

Этапы переработки и утилизации всей массы образующихся шлаков являются обязательным элементом безотходной технологии.

Во-первых, многочисленны шлаковые отвалы и связанные с этим отчуждения земельных угодий, образование пыли, отрицательное воздействие на воздушный и водный бассей-

ны вредны и экологически недопустимы; во-вторых, утилизация отходов экономически выгодна.

Основными путями утилизации шлаков сталеплавильного производства являются:

- 1) извлечение металла;
- 2) получение железосфлюса для вагранок;
- 3) получение щебня для дорожного и промышленного строительства;
- 4) использование основных шлаков в качестве известковых удобрений (шлаковой муки) для сельского хозяйства;
- 5) использование фосфорсодержащих шлаков для получения удобрений для сельского хозяйства;
- 6) вторичное использование конечных сталеплавильных шлаков.

Сталеплавильные шлаки в зависимости от дальнейшего использования можно условно разделить на несколько групп:

а) шлаки, образующиеся в начальный (окислительный) период плавки, которые содержат большое количество оксидов железа  $FeO$  и  $Fe_2O_3$  (иногда до 40 % от общего количества шлака) и запутавшиеся в шлаке корольки чистого железа. Основность этих шлаков невелика и они могут храниться и перерабатываться отдельно;

б) шлаки, сформировавшиеся в конце плавки, которые имеют более высокие значения основности ( $CaO/SiO_2 = 2,5 \div 3,5$ ) и содержат меньшее количество железа. При проведении восстановительного периода под белым или карбидным шлаком содержание оксидов железа составляет менее 1 %. Такие шлаки можно оставлять в агрегате для использования в следующей плавке или после выпуска вновь загружать в печь;

в) шлаки, попадающие в сталеразливочный ковш с выпускаемой сталью, в жидком состоянии содержат незначительное количество железа и после окончания разливки вместе с остатками металла на днище и стенках ковша попадают в шлаковые чаши. Полученный конгломерат конечного шлака и скрапин металла подвергают разделке с целью максимального извлечения металла.

В среднем в сталеплавильных шлаках содержится (в пересчете на чистое) 20-25 % железа, в том числе 10-15 % металлического железа, которое затрудняет дальнейшую переработку шлака, поскольку для его помола требуется мощное дробильное оборудование. Измельчение шлака до кусков с размерами 25-27 мм позволяет извлечь до 15 % металла от масс шлака, что экономически оправдывает все затраты на помол и извлечение.

Учитывая опыт обращения со сталеплавильными шлаками на металлургических заводах Евросоюза и России, на ОАО «БМЗ» наращиваются производственные мощности по переработке данного отхода производства с получением шлакового щебня для дорожного строительства и шлакового песка.

Особую важность приобретает переработка сталеплавильных шлаков при выплавке легированных сталей, позволяющая сберечь десятки тонн легирующих элементов. В большинстве случаев использованию в качестве строительного материала предшествует его выдержка в отвалах. Затем шлак измельчают и направляют на магнитную сепарацию для извлечения металла. Щебень из сталеплавильных шлаков является полноценным заменителем гранитного щебня в бетонах и железобетонах. В связи с этим на ряде металлургических предприятий переработке подвергается практически весь сталеплавильный шлак. При этом получают значительное количество щебня, шлаковой муки, фосфатшлака и извлеченного металла.