

*к.т.н. Лебедев В.А.,
к.э.н. Лебедева И.Б.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА АГЛОМЕРАТА СТАБИЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

Узагальнені результати теоретичних і експериментальних досліджень усереднювання сировини при виробництві агломерату. Сформульовані принципи організації підготовки агломераційної шихти, що забезпечують отримання агломерату з мінімальними коливаннями його хімічного складу.

Ключові слова: *агломерація залізородної сировини, усереднювання шихти, склади матеріалів.*

Обобщены результаты теоретических и экспериментальных исследований усреднения сырья при производстве агломерата. Сформулированы принципы организации подготовки агломерационной шихты, обеспечивающие получение агломерата с минимальными колебаниями его химического состава.

Ключевые слова: *агломерация железородного сырья, усреднение шихты, склады материалов.*

Актуальность проблемы совершенствования усреднения сырья на агломерационных фабриках и сокращения колебаний химического и гранулометрического состава агломерата определяется задачами, которые поставлены перед черной металлургией Украины возрастающей конкуренцией со стороны крупнейших мировых производителей металлопродукции. Во-первых, техническое перевооружение отрасли должно включать реконструкцию устаревшего складского хозяйства агломерационных фабрик [1], перевод его на автоматизированные роторно-конвейерные линии. Во-вторых, кардинальное повышение качества металлопродукции может быть достигнуто лишь при надлежащем повышении качества промежуточных продуктов на всех стадиях металлургического передела, и, в частности, – при обеспечении производства агломерата, соответствующего по стабильности состава требованиям мировых стандартов.

Колеблемость состава агломерата определяется *множеством факторов*: рациональностью схемы организации потоков сырых материалов на аглофабрике, мощностью складского хозяйства и эффективностью усреднительного оборудования [2,3]. При этом малая колеблемость состава агломерата может быть достигнута лишь в случае, когда ни один из этих факторов не является лимитирующим. Так, если склад железорудного сырья имеет вполне достаточную емкость, но используемое усреднительное оборудование малоэффективно, добиться высокой стабильности состава материалов после усреднения невозможно. В свою очередь, при наличии складов большой емкости и использовании эффективного усреднительного оборудования малая колеблемость состава агломерата может быть не достигнута из-за особенностей объединения исходных материалов в шихтовые смеси, и т.д.

В связи с этим следует четко выделить основные принципы организации производства агломерата с малой колеблемостью химического состава, которые могли бы служить ориентиром не только при реализации соответствующих мероприятий в существующих условиях, но и в ходе разработки вопросов реконструкции аглофабрик. Накопленный к настоящему времени практический опыт и выполненные теоретические исследования показывают, что для обеспечения высокой стабильности состава агломерата при совершенствовании подготовки сырья к спеканию необходимо руководствоваться следующими требованиями.

I. Раздельное накопление разнородных материалов.

На аглофабриках практикуется совместное складирование материалов, существенно различающихся по содержанию главных компонентов (железо, кремнезем, окись кальция, марганец и т.п.). Из-за поочередного прибытия отдельные материалы подаются на склад самостоятельной массой. Поэтому в общем штабеле они сохраняют автономность: не рассредоточиваются равномерно по всему объему, а располагаются в виде обособленных скоплений. Это обстоятельство в большинстве случаев является основной причиной колебаний состава поступающих в аглошихту технологических смесей, а значит, и агломерата. Его влияние тем значительнее, чем неоднороднее смесь, то есть чем больше различие входящих в нее материалов по химическому составу.

Вместе с тем, штабелеукладчики даже самых прогрессивных типов, при поочередном поступлении материалов на накопительный склад не могут обеспечить высокой дисперсности их рассредоточения по объему штабеля, а заборные машины не могут полностью ликвидировать наличие скоплений отдельных материалов в конечном потоке смеси. Поэтому чем разнороднее шихтовые материалы по своему составу, тем

важнее сохранение автономии таких материалов в процессе накопления, то есть раздельное их складирование.

2. Усреднение ведущих материалов при их накоплении.

Колебания химического состава агломерата включают колебания состава всех материалов, поступающих в шихту. Влияние отдельных шихтовых материалов определяется удельным их расходом: чем больше расход материала, тем большим может быть его вклад в общую колеблемость состава агломерата. Поэтому в особо тщательном усреднении нуждаются в первую очередь ведущие материалы, являющиеся главными компонентами агломерационной шихты.

Накопительный склад в силу своего назначения сосредоточивает наибольшие массы сырья. В связи с этим здесь имеют место наилучшие условия для тщательного усреднения, способного устранить не только среднечастотные, но и сравнительно низкочастотные колебания состава шихтовых материалов.

Поэтому производство агломерата с малой колеблемостью состава может быть обеспечено лишь при полноценном использовании возможностей накопительного склада по усреднению ведущих шихтовых материалов, таких как железорудный концентрат и агломерационная руда.

3. Дозированное объединение разнородных материалов.

В силу особенностей производства агломерата в аглошихту входят существенно разные по химическому составу материалы, а качество агломерата будет тем выше, чем более дисперсно и равномерно разнородные материалы рассредоточены по объему шихты. Полнота же рассредоточения отдельных материалов в промежуточных технологических смесях и аглошихте в целом определяется особенностями объединения шихтовых материалов: чем тоньше начальная слоистость объединенной массы, тем легче при перемешивании разрушаются скопления материалов и тем меньше остаточные их размеры, а чем стабильнее подача материалов в смесь, тем равномернее распределяется каждый материал в больших массах смеси.

Оба эти условия выполняются при дозированной выдаче шихтовых материалов из бункеров на сборный транспортер. Образующийся на транспортере объединенный поток имеет тонкослоистую структуру, а дозаторы обеспечивают постоянное соотношение между материалами в больших объемах смеси.

Такой режим объединения нужен для всех материалов, сохранявших автономию на стадии накопления. В случае невозможности поддержания необходимого постоянства расхода одного из них дозирование должно производиться в режиме регулирования расхода других ма-

териалов в расчете на обеспечение возможно большей стабильности соотношения между материалами в объединенном потоке.

4. Регулирование состава руднофлюсовой смеси.

В колебаниях состава большинства шихтовых материалов присутствуют низкочастотные компоненты, плохо поддающиеся усреднению. С другой стороны, при совместном складировании разнородных материалов из-за неравномерного поступления соотношение между ними варьирует от штабеля к штабелю, что также приводит к возникновению сравнительно низкочастотных колебаний состава образующейся на складе смеси.

Увеличивать емкость усреднительных штабелей только лишь для надлежащего сокращения таких колебаний нецелесообразно: их неблагоприятное влияние на стабильность состава агломерата может быть нивелировано более дешевыми средствами – путем регулирования соотношения между материалами при дозированном их объединении в зависимости от состава отдельных материалов или образующейся смеси.

Наибольшие возможности устранения низкочастотных колебаний состава материалов за счет регулирования соотношения их расходов имеют место при образовании руднофлюсовой части или аглошихты в целом, – на этой стадии производится объединение материалов, наиболее значительно различающихся по своему химическому составу. Например, содержание железа в смеси может корректироваться путем изменения соотношения между аглорудой и концентратом, а ее основность – изменением расхода флюса.

Таким образом, вне зависимости от эффективности оборудования накопительного склада и схемы организации потоков материалов, тщательное регулирование соотношения между компонентами руднофлюсовой смеси в зависимости от ее химического состава – необходимое условие достижения малых колебаний состава агломерата.

5. Усреднение технологических смесей максимальной готовности.

При объединении разнородных шихтовых материалов в дозирочных отделениях и, в особенности, в штабелях накопительных складов, неизбежные погрешности объединения порождают новые колебания состава технологических смесей, отсутствовавшие в потоках исходных материалов. Источниками таких колебаний в накопительных штабелях являются обособленность скоплений исходных материалов на торцевом срезе штабеля, сегрегация материалов по крупности и составу в объеме скоплений, продольное выклинивание отдельных материалов в моменты окончания и начала их подачи в штабель, варьирование мощности скоплений вдоль их простирания. В дозирочных отделениях колебания соотношения между материалами вызываются эпизодиче-

скими зависаниями и последующими обрушениями материалов в бункерах, погрешностями контроля расхода материалов во влажной массе и регулирования их соотношения, текущими колебаниями влажности материалов, а значит, и соотношения между их расходами в сухой массе.

Влияние этих явлений на стабильность состава агломерата сокращается двумя способами: 1) осуществлением ряда специальных мероприятий, каждое из которых приурочено к определенному участку аглофабрики и направлено на ослабление влияния соответствующего явления на колеблемость состава материала; 2) сооружением усреднительного склада руднофлюсовой смеси, предназначенного для подавления любых колебаний ее состава.

Эти направления не конкурируют, а дополняют друг друга, совместно позволяя достичь высокой стабильности состава агломерата при умеренных затратах. Мероприятия индивидуальной направленности предотвращают возникновение чрезмерно больших колебаний, не поддающихся сокращению до необходимого уровня на последующих стадиях производства, а усреднительный склад ликвидирует остаточные колебания, неизбежно накапливающиеся в ходе технологического продвижения шихтовых материалов и образования аглошихты. Более того, применительно к реальному технологическому оборудованию производство агломерата с минимальной колеблемостью состава может быть гарантировано лишь при условии, что усреднение приурочено к завершающей стадии шихтоподготовки, за которой отсутствуют источники новых колебаний состава шихты и агломерата.

6. Формирование штабелей тонкими горизонтальными грядками.

Как и любая другая перегрузка, подача сыпучего материала в штабель сопровождается его сегрегацией: разные фракции территориально разобзаются, а поскольку они обычно существенно различаются и по химическому составу, то в штабеле возникают обособленные скопления материала разного состава. При поочередной подаче разных материалов в общий штабель их массы в объеме штабеля также располагаются обособленно друг от друга.

В ходе разработки штабеля обособленность подобных скоплений нарушается, однако даже при наилучших способах забора они не ликвидируются полностью. В результате состав материала на выходе со склада варьирует во времени и тем сильнее, чем больше начальные размеры скоплений в штабеле.

Поэтому необходимым условием достижения высокой стабильности состава агломерата является ограниченная возможность образования больших скоплений разнородных материалов в штабеле в ходе его формирования. Это условие выполняется лишь при укладке материалов

горизонтальными грядками, имеющими малые поперечные размеры. Чем меньше эти размеры, тем дисперснее по торцевому срезу штабеля рассредоточиваются разнородные материалы и тем меньше остаточные размеры их скоплений на выходе со склада.

7. Расходование штабеля тонкими торцевыми срезами.

Полнота усреднения материалов в штабелях определяется не только особенностями их укладки, но и способом разработки. Для штабелей определенной емкости и структуры эффект усреднения максимален при поперечном заборе, вразрез гряд. В этом случае операции укладки и забора в совокупности обеспечивают наиболее протяженные перестановки порций.

Вместе с тем, способ забора влияет и на остаточные размеры скоплений разнородных материалов на выходе склада. В частности, чем тоньше торцевые срезы, тем дисперснее эти скопления рассредоточиваются вдоль выходного потока.

Поэтому необходимым условием малой колеблемости состава агломерата является забор материалов из штабелей путем тонких торцевых срезов, пересекающих все уложенные в штабель гряды.

Соблюдение перечисленных требований (каждого в отдельности) является необходимым, а всей их совокупности – достаточным условием получения агломерата стабильного химического состава. Это подтверждается как результатами расчетов, выполненных на базе теоретических исследований, так и передовым опытом ведущих предприятий отрасли.

Таким образом, на основании ранее изложенного материала можно сделать следующие выводы.

Колебания химического состава агломерата включают воздействия разной природы и характера. Среди этих факторов нет заведомо преобладающих. Поэтому проблема существенного (в 3-4 раза) сокращения колебаний состава агломерата не может быть решена путем совершенствования отдельного узла или участка системы подготовки сырья к спеканию.

Соблюдение разработанных принципов организации подготовки сырья к агломерации обеспечивает возможность производства агломерата с малой колеблемостью химического состава при умеренных затратах на реконструкцию складских комплексов, оправдывающихся получаемым эффектом.

Дальнейшие исследования в этом направлении предполагают разработку оптимальной технологической схемы подготовки агломерационной шихты, количественный анализ формирования колебаний ее химического состава, а также оценку экономической эффективности от внедрения разработанных предложений.

Библиографический список

1. Банников Ю.Г. Основные направления техперевооружения агломерационного производства в Украине [Электронный ресурс]: Ассоциация «Центр подготовки сырья и выплавки чугуна» / Ю.Г. Банников, Н.Г. Шаповалова. – 2009. – Режим доступа: <http://www.aglodom.com>.

2. Русаков П.Г. О закономерностях усреднения железорудных материалов / П.Г Русаков // Изв. Вузов. Горный журнал. – 1977. – № 11. – С. 43-48.

3. Русаков П.Г. О максимальных усреднительных возможностях рудных складов / П.Г. Русаков // Изв. Вузов. Черная металлургия. – 1980. – № 9. – С. 30-35.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Луценко В.А