Тема лекции 3: Оборудование вторичной цветной металлургии

Конспект лекции:

Оборудование предприятий вторичной цветной металлургии делится на три группы: 1) основное оборудование для первичной переработки лома и отходов цветных металлов, 2) вспомогательное оборудование для первичной переработки лома и отходов цветных металлов, 3) оборудование для металлургической переработки лома и отходов.

Основное оборудование для первичной переработки лома и отходов цветных металлов рассмотрено в предыдущей лекции.

К категории *вспомогательного оборудования для первичной переработки* лома и отходов цветных металлов относится оборудование, в процессе работы которого не происходит изменения характеристики материала. Таким оборудованием являются транспортные средства, грузоподъемные машины, складские механизмы и весовое оборудование, аппараты опробования продуктов и контроля.

Перемещение и транспортирование лома и отходов цветных металлов в цехах первичной переработки сырья может осуществляться непрерывно и периодически.

К оборудованию непрерывного транспортирования грузов относятся конвейеры и элеваторы, а также желоба и течки, питатели и затворы.

К оборудованию прерывного перемещения грузов относятся краны козловые, мостовые, автомобильные, железнодорожные и пр., а также авто- и электропогрузчики (которые также относятся к группе подъемных машин и механизмов).

Транспортное оборудование непрерывного действия. Для осуществления непрерывного перемещения сыпучих, кусковых либо штучных грузов в горизонтальном либо наклонном направлениях применяются конвейеры различных конструкций.

В зависимости от типа транспортирующего органа различают конвейеры ленточные, пластинчатые, скребковые, винтовые, вибрационные. Конвейерные установки применяются как для внутрицехового транспортирования грузов, так и для сопряжения отдельных технологических узлов установок и поточных линий.

Конвейеры применяют также в качестве бункерных затворов, питающих устройств, подвижных оснований для видовой сортировки либо устройств по распределению сырья по сопряженным с конвейером емкостям. Наиболее распространенным типом конвейеров являются конвейеры ленточные и пластинчатые. Скребковые, винтовые и вибрационные конвейеры имеют ограниченное применение.

Ленточные конвейеры применяются для транспортирования сыпучих кусковых лома и отходов, флюса, шлаков, а также в установках видовой сортировки и других поточных линиях переработки вторичного и техногенного сырья. Основным тяговым и несущим органом ленточных конвейеров является конвейерная лента. Для ленточных конвейеров применяются тканевые, прорезиненные ленты с резиновой обкладкой.

При транспортировании материалов с температурой более 60 °С применяются ленты специального назначения с теплоизолирующим слоем.

Пластинчатые конвейеры применяются для горизонтального или наклонного перемещения крупнокускового, тяжеловесного, абразивного либо нагретого до температуры 150 °С материала. Конвейеры этого типа позволяют использовать их в качестве днищ приемных воронок, бункеров без применения запорных или питающих устройств. Конструктивной особенностью пластинчатого конвейера является рабочее полотно шириной 400-1600 мм, изготовленное из волнистых пластин, закрепленных на двух ведущих цепях. Скорость движения ленты 0,25-0,75 м/с.

В установках по переработке стружки, пылевидных отходов, мелкого дробленого лома, флюсов, шлаков и других сыпучих и мелкокусковых материалов применяются ковшовые (ленточные, цепные) элеваторы. Они применяются при необходимости подъема материала на высоту под углом 45-90°.

Скорость подъема для ленточных элеваторов не превышает 2, а для цепных 1 м/с. Основным органом является ковш, конструкция которого выбирается в зависимости от

крупности транспортируемого материала. Для материалов мелких, влажных принимаются ковши мельче, чем для крупных и кусковатых.

Элеваторы также применяются при обезвоживании кускового материала, например шлака, при его грануляции. Особенностью установки обезвоживающих элеваторов является их наклон, который должен обеспечить сток воды, для чего угол наклона не должен превышать 60-80°.

Желоба и течки служат для самотечного транспортирования сыпучих материалов.

Для обеспечения непрерывной и равномерной загрузки технологического и транспортного оборудования применяются питатели и затворы. Выбор типа питателя определяется характеристикой сырья по кусковатости, влажности и другим свойствам, а также производительностью установки и особенностями обслуживаемого питателем оборудования.

На установках первичной переработки лома и отходов цветных металлов работают питатели пластинчатые, ленточные, качающиеся, вибрационные, тарельчатые, барабанные, маятниковые и питатели специального назначения, например подающие устройства вьюнообразной стружки.

Питатели пластинчатые предназначены для подачи крупнокускового и абразивного материала и применяются в сортировочных линиях, установках дробления литейного лома и шлаков. Ленточные питатели работают на мелком материале типа пылевидных отходов, сыпучей стружки, дробленых аккумуляторов, пропиловки, дробленых мелких флюсов и т.д. Качающиеся питатели успешно работают на сыпучих материалах крупностью до 100-150 мм. Питатели лопастные (забрасыватели) применяются в пневматических классификаторах установок разделки кабеля и проводников тока. Винтовые питатели используют при необходимости обеспечения точной дозировки сыпучих и пылевидных материалов, например при составлении шихты из двух и более продуктов.

Оборудование для металлургической переработки лома и отходов. После предварительной подготовки лом и отходы подвергаются огневой обработке в соответствующих плавильных агрегатах. Все существующие плавильные печи по методу нагрева следует классифицировать на две основные группы: топливные и электрические. К первым относятся печи, обогреваемые газовым или жидким топливом; ко вторым – обогреваемые электричеством.

Плавильный агрегат, как правило, выбирается на основе экономической целесообразности его использования с учетом конкретных условий производства и энергетических возможностей предприятия.

Топливные печи в зависимости от вида рабочего пространства могут быть разделены на тигельные и ванные. Последние в свою очередь можно подразделить на стационарные, поворотные и вращающиеся.

Печи с электрообогревом по способу превращения электрической энергии в тепловую делятся на две группы: сопротивления и индукционные.

По форме рабочего пространства печи сопротивления делятся на тигельные и камерные.

Индукционные печи в зависимости от наличия сердечника подразделяются на тигельные и канальные.

Основными показателями, характеризующими эффективность работы плавильных агрегатов, являются: 1) степень извлечения металла в готовую продукцию и величина его безвозвратных потерь; 2) удельный расход топлива и электроэнергии на одну тонну выплавляемого металла или сплава; 3) производительность; 4) капитальные затраты; 5) возможность механизации и автоматизации процесса плавки.

Тигельные печи в последнее время большей частью применяют в лабораторных условиях для плавки чистых мелких материалов – стружки, обрези и т.д. они давно потеряли промышленное значение вследствие ряда недостатков, таких как малая производительность, большой расход топлива, малый к.п.д., невозможность изъятия

железных включений со дна тигля, необходимость в тщательной подготовке сырья. Печи данной подгруппы подразделяют на поворотные и стационарные.

Самой ответственной частью печей является тигель. Чаще всего применяют графитовые тигли, несмотря на их дороговизну и малую стойкость.

С 30-х годов успешно начали применять трубчатые вращающиеся печи. Особенности работы вращающихся печей позволяют использовать их для переплава мелкого материала и стружки.

С точки зрения массо- и теплопереноса барабанные вращающиеся печи выгодно отличаются от стационарных. Если в неподвижной печи металл нагревается только в результате обогрева поверхности садки, то во вращающихся печах металл нагревается и сверху, и снизу. Это осуществляется за счет постоянного обмена местами свода и подины, т.е. внутренняя кладка печи, нагревающаяся в верхнем положении, отдает тепло, когда переходит в нижнее положение. Кроме того, улучшаются условия теплопередачи при перемешивании материала во время вращения печи. К.п.д. вращающейся печи выше, чем стационарной.

Внутри барабан футерован шамотным кирпичом и слоем асбеста или специальной набивной массой. Вращение печи осуществляется от электродвигателя через редуктор и зубчатые муфты. Скорость вращения печи, как правило, 1-8 об/мин. Печи барабанного типа работают на газе или мазуте. Обычно обогрев печи производится прямоточными горелками, реже – рециркуляционными, когда горелки и газоотводный канал находятся на одном из торцов барабана.

Загрузка шихты в печь производится через разгрузочную горловину лотковым питателем, смонтированным на напольном мосту с тележкой. При помощи тележки можно регулировать загрузку шихты по всему объему печи.

Барабанные печи в большинстве случает изготовляют емкостью 0,5-29 т. Отношение длины к диаметру составляет 1:1÷1:3. Производительность печей вращающегося типа достигает 70 т/сутки. Строят их либо горизонтально, либо с небольшим наклоном.

Отражательные печи относятся к категории пламенных печей, т.е. печей, отапливаемых жидким или газообразным топливом, сжигаемым непосредственно в рабочем пространстве и отдельно от шихты.

Работа печи осуществляется по радиационному режиму теплообмена. При этом конвективный теплообмен невелик и, как правило, не превышает 10 %. Основная доля приходится на лучистый теплообмен. Использование так называемого «отраженного тепла» и послужило поводом для названия печей. Плавление шихты происходит тем быстрее, чем больше разница в температурах газов и плавления шихты. Все пламенные печи характеризуются периодическим режимом работы. Конструктивно эти печи выполняются одно-, двух- и трехкамерными. В настоящее время двухкамерная отражательная печь является самым распространенным плавильным агрегатом для переработки вторичного алюминиевого сырья.

В качестве топлива в существующих отражательных печах используют преимущественно природный газ и мазут. В практике предприятий для сжигания природного газа получили широкое применение факельные дутьевые горелки, газ в которых сжигается, смешиваясь с воздухом.

В настоящее время большую популярность получают печи с выносными камерами для плавки стружки и обрези. Этот тип печей характеризуется в основном изменением способа загрузки материалов за счет выносной загрузочной камеры, причем подача материалов в печь в этом случае может быть непрерывной при помощи ленточных конвейеров. Обогрев печей с выносными камерами осуществляется как электроэнергией, так и жидким или газообразным топливом.

Основные преимущества электрических печей сопротивления: значительное снижение угара, высокий к.п.д. (до 70 %), незначительное поглощение газов расплавом, сравнительно невысокий расход электроэнергии (450-500 кВт·ч), простота конструкции.

По форме рабочего пространства они делятся на тигельные и камерные.

В первых печах используются чугунные или стальные тигли. Эти печи обладают большой маневренностью. Тепловой к.п.д. тигельных печей сопротивления 8-25 %, производительность на 30-50 % выше, чем у тигельных печей такой же емкости, но с топливным обогревом.

В электрических печах сопротивления камерного или ванного типа нагрев и плавление шихты осуществляется за счет лучистого теплообмена от нагревателей, вмонтированных в свод и боковые стенки печи. В качестве нагревателей используют нихромовые спирали, которые утапливают в специальных пазах фасонного кирпича. Иногда в печах устанавливают нагреватели ленточного типа, которые не утапливают в кладке, в результате чего создаются более благоприятные условия для излучения тепла и увеличения срока службы элементов нагрева.

Электрические печи сопротивления камерного или ванного типа отличаются от топливных печей более высоким термическим к.п.д. в связи с тем, что отсутствует одна из наиболее емких статей расхода тепла – с отходящими газами.

Как правило, в металлах или сплавах, полученных в любом из описанных плавильных агрегатов, присутствует ряд примесей, которые являются нежелательными. Все примеси могут быть разделены на металлы, неметаллические примеси и газы.

В настоящее время наибольшее распространение из методов рафинирования получили вакуумная дистилляция, продувка сплавов инертными газами, хлорирование и фильтрация. Помимо этих методов рафинирования имеются такие, как рафинирование понижением температуры, ультразвуком, окислением примесей, ликвацией, электролизом и т.д.

Наиболее трудоемкая и длительная операция в процессе плавки лома и отходов цветных металлов – это загрузка шихты в печь. Порой эта операция лимитирует производительность плавильных агрегатов, поэтому ее необходимо механизировать в первую очередь. Многократные исследования показали, что время загрузки печи составляет 30-50 % длительности процесса плавки.

Механизацию загрузки печи на предприятиях по производству сплавов из вторичного и техногенного сырья осуществляют по-разному и в зависимости от объема производства и уровня механизации в цехе. При этом исходят из того фактора, что при любых размерах окна имеет место излучение большого количества тепла. Последнее сказывается как на необходимости соблюдать особую осторожность при загрузке шихты в печь, так и на термической стойкости материала оборудования. На производствах малого объема применяют наклонные столы, подвешенные на монорельсе лопаты, лотки с толкателями и др.

На печах, емкость которых превышает пять тонн, как правило, применяют мульдозавалочные машины. Преимущество их заключается не только в механизации загрузки печей, но и в возможности производить вспомогательные операции: съем шлака, перемешивание ванны, выгребку остатков из печи, очистку подины и стен и т.д.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите разновидности основного и вспомогательного оборудования для первичной переработки лома и отходов цветных металлов.

2. Конструкция и принцип работы ленточных и пластинчатых конвейеров.

3. Перечислите разновидности оборудования для металлургической переработки лома и отходов.

4. Какие показатели характеризуют эффективность работы плавильного агрегата?

5. Дайте краткую характеристику трубчатым вращающимся, отражательным, электрическим печам.