

Технологии плавки латуни в электрических печах для условий центробежного литья

Студент гр. 10405418 Шкляр В.В.

Научный руководитель – Корнеев С.В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Центробежное литье – это специальная технология, которая использует центробежные силы для формирования отливок при свободной заливке расплава металла во вращающиеся изложницы.

Поскольку при таком способе формирования отливок на металл или сплав, являющимся исходным сырьем, воздействуют центробежные силы, то готовые изделия приобретают повышенную плотность и улучшенные механические характеристики.

Для плавки латуни преимущественно используются индукционные и каналные печи.

Индукционная тигельная печь (ИТП), которую иначе называют индукционной печью без сердечника, представляет собой плавильный тигель, обычно цилиндрической формы, выполненный из огнеупорного материала и помещенный в полость индуктора, подключенного к источнику переменного тока. Металлическая шихта загружается в тигель, и, поглощая электромагнитную энергию, плавится.

Достоинства тигельных плавильных печей:

1. Выделение энергии непосредственно в загрузке, без промежуточных нагревательных элементов;

2. Интенсивная электродинамическая циркуляция расплава в тигле, обеспечивающая быстрое плавление мелкой шихты, отходов, выравнивание температуры по объёму ванны и отсутствие местных перегревов, гарантирующая получение многокомпонентных сплавов, однородных по химическому составу;

3. Принципиальная возможность создания в печи любой атмосферы (окислительной, восстановительной или нейтральной) при любом давлении;

4. Высокая производительность, достигаемая благодаря высоким значениям удельной мощности, особенно на средних частотах;

5. Возможность полного слива металла из тигля и относительно малая масса футеровки печи, что создаёт условия для снижения тепловой инерции печи благодаря уменьшению тепла, аккумулируемого футеровкой. Печи этого типа удобны для периодической работы с перерывами между плавками и обеспечивают возможность быстрого перехода с одной марки сплава на другую;

6. Простота и удобство обслуживания печи, управления и регулировки процесса плавки, широкие возможности для механизации и автоматизации процесса;

7. Высокая гигиеничность процесса плавки и малое загрязнение воздуха.

К недостаткам тигельных печей относятся относительно низкая температура шлаков, наводимых на зеркало расплава с целью его технологической обработки. Шлак в ИТП разогревается от металла, поэтому его температура всегда ниже, а также сравнительно низкая стойкость футеровки при высоких температурах расплава и наличие теплосмен (резких колебаний температуры футеровки при полном сливе металла). Однако преимущества ИТП перед другими плавильными агрегатами значительны, и они нашли широкое применение в самых разных отраслях промышленности.

Индукционные каналные печи работают по типу миксера и предназначаются для выравнивания состава, поддержки постоянной температуры процесса, и выбора скорости разлива в кристаллизаторы или формы. Для каждого сплава и состава литья существуют параметры специальной шихты.

Достоинства:

1. Подогревание сплава происходит в нижней части, к которой нет воздушного доступа, что уменьшает испарение с верхней поверхности, нагретой до минимальной температуры;
2. Канальные печи относят к экономичным индукционным печам, так как происходящее расплавление обеспечивается маленьким расходом электрической энергии;
3. Печь имеет высокий коэффициент полезного действия благодаря применению в работе замкнутого контура магнитного провода;
4. Постоянная циркуляция в печи расплавленного металла вызывает ускорение плавильного процесса и способствует однородности перемешивания компонентов сплава.

Недостатки:

1. Стойкость каменной внутренней футеровки снижается при использовании высоких температур;
2. Футеровка разрушается при плавлении химически агрессивных сплавов из бронзы, олова и свинца.
3. При плавлении загрязненной низкосортной шихты происходит засорение каналов;
4. Поверхностный шлак на ванне не нагревается до высокой температуры, что не позволяет проводить операции в промежутке между металлом и укрытием и расплавлять стружку и скрап;
5. Канальные агрегаты плохо переносят перерывы в работе, что заставляет постоянно хранить в печи значительное количество жидкого сплава.

Таким образом мы можем увидеть, что для тигельной печи энергозатраты являются более высокими, однако принцип работы канальной печи подразумевает беспереывную работу.

Из вышестоящих сравнений можно сделать вывод, что весомых достоинств или недостатков по сравнению друг с другом у этих печей нет. Каждая печь вполне продуктивна и сбалансирована, однако нужно учитывать объем производства и количество рабочих часов. Тигельную печь рационально использовать для мелкосерийного производства, для работы с перерывами и возможностью изменения состава металла. Канальная печь в свою очередь хорошо себя показывает при крупносерийном непрерывном производстве. Постоянная потребность печи быть включенной компенсируется более малыми энергозатратами.

Одним из недостатков индукционных печей является более низкий электрический КПД при низких температурах для сплавов, имеющих низкие значения удельного сопротивления. При плавке меди удельное сопротивление садки увеличивается по мере нагрева и плавления согласно зависимости, приведенной на рисунке 1 [1].

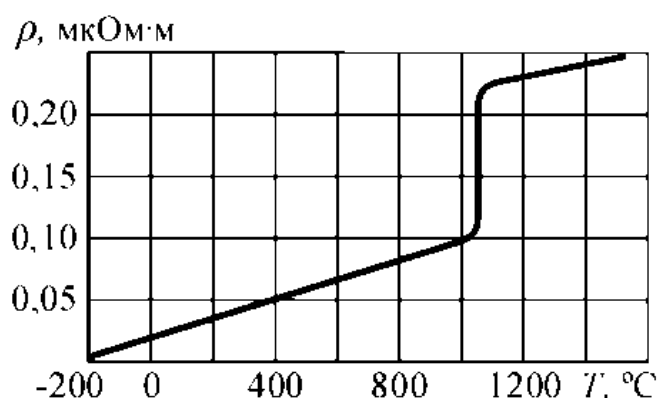


Рисунок 1 – Зависимость удельного сопротивления меди от температуры

В свою очередь на рисунке 2 приведена зависимость электрического КПД печи от удельного электрического сопротивления меди.



Рисунок 2 – Зависимость электрического КПД индукционной тигельной печи от удельного электрического сопротивления меди

Представленные зависимости свидетельствуют о том, что эффективность индукционного нагрева меди в области низких температур низка и использование газового нагрева на этом этапе наиболее целесообразно. Так как сама печь менее приспособлена для непосредственного использования газа, то высокоэффективный подогрев металла можно осуществлять в отдельных установках.

Компания OTTO JUNKER предлагает, например, оборудование предварительного разогрева лома и катодов конвейерного типа [2].

Кроме увеличения производительности печей предварительный подогрев металла при использовании газа, позволяет снизить удельный расход электрической энергии за счет использования большей доли от времени плавки с более высокими значениями электрического и общего КПД. При этом при увеличении производительности при стойкости кварцевой футеровки около 90-130 плавов при плавке бронзы и латуни удельный расход огнеупоров сократится пропорционально увеличению производительности.

Ключевое преимущество канальных печей, в частности, состоит в значительной экономии энергии (почти 100 кВт·ч/т по сравнению с тигельными печами) в случае плавки чистой меди [2]. С другой стороны, интенсивное и контролируемое движение ванны в тигельных печах более практично для расплавления стружки и легирования, а также для металлургической переработки (такой как окислительная плавка).

Список использованных источников

1. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников [Электронный ресурс]. – URL: <https://theslide.ru/uncategorized/temperaturnaya-zavisimost-udel'nogo-soprotivleniya-metallicheskih-provodnikov> (дата обращения: 17.02.2021)
2. Донсбах Ф., Шмитц У., Беббер Х., Трауцеддель Д. Использование индукционных печей для плавки и разлива материалов на основе меди. Компания «OTTO JUNKER GmbH» 2009 г. – URL: <https://ruslitmash.com/equipment/melting-equipment/otto-junker/> (дата обращения: 18.02.2021)