

(24-25 ноября 2016 г.): в 2 ч. / гл. ред. БМ Хрусталёв. – Минск: БНТУ, 2016. – Ч. 1. – С. 173–177.

2. Дробыш А.А. Создание высокопроницаемых материалов на основе силикатов / А.А.Дробыш, Е.Е. Петюшик, С.М. Азаров / Материалы 14 Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике» 17 апреля 2016 года. – Минск: БНТУ, 2016. – Ч.4. – С. 273–274.

УДК 634.377

Клименок М.Ю.

ВАКУУМНАЯ ИНДУКЦИОННАЯ ПЛАВКА

БНТУ, Минск

Научный руководитель Вегера И.И.

Вакуумная печь для индукционной плавки – это система, включающая в себя герметичную камеру, в которой устанавливаются индукционная тигельная печь и в ряде случаев литейная форма. Следует отметить, что в последнее время в мировом литейном производстве отмечается тенденция получения высокотехнологичных легированных материалов. В такое производство в мировом масштабе инвестируется все больше капитальных вложений. Поэтому основополагающий процесс для большинства всех производителей высоколегированных сплавов – вакуумная индукционная плавка, которая особенно хорошо подходит для плавки и получения литья из железа, черных металлов, никеля, кобальта и их сплавов в вакууме контролируемой атмосфере для удовлетворения требований промышленного производства.

Применение: плавка и литье сплавов, направленное отверждение монокристаллическое литье, электродное литье, непрерывное литье.

Сегодня вакуумная металлургия переходит на принципиально новый уровень создания технологических процессов, представляющих собой непрерывную цепочку переделов в среде вакуума, позволяющих, с одной стороны, получить принципиально новые изделия, с другой – значительно снизить издержки производства.

Преимущества вакуумной плавки с индукционным нагревом заключаются в следующем:

- Возможность длительной выдержки жидкого металла в глубоком вакууме.
- Высокая степень дегазации металлов.
- Возможность дозагрузки печи в процессе плавки, активного воздействия на интенсификацию процессов раскисления и рафинирования в любой момент плавки.
- Возможность эффективного контроля и регулирования состояния расплава по его температуре и химическому составу в течение всего процесса.
- Особая чистота получаемых отливок за счет отсутствия любых неметаллических включений.
- Возможность производить быстрый нагрев (прямой нагрев за счет тепла, выделяемого в расплаве), а, следовательно, высокая скорость плавки и высокая производительность.
- Высокая гомогенность расплава за счет активного перемешивания металла.
- Произвольная форма сырья (кусковые материалы, брикеты, порошок и т.д.).

Материалы, выплавленные в вакуумной индукционной печи (ВИП), должны пройти дополнительный переплав и (или) процесс направленной кристаллизации. Для этого ВИП снабжают дополнительными разливочными камерами. Для обеспечения еще более жестких требований материалы должны пройти несколько этапов рафинирования, как, например, в триплексном процессе переплава, состоящем из последовательных процессов индукционно-вакуумного переплава, электрошлакового переплава и дугового или лучевого вакуумного переплава. В результате наблюдений установлено, что при выплавке трансформаторной стали в вакууме жидкий металл очищается от кислорода и серы при отсутствии шлака на поверхности металла. Раскислительная способность углерода при снижении давления в плавильном пространстве до 1 мм рт. ст. повышается почти в 100 раз. Использование вакуума при выплавке трансформаторной стали обеспечивает возможность повышения содержания в ней кремния и снижения ваттных потерь на 20–25%.

Принцип работы печей заключается в том, что в огнеупорном тигле, установленном в вакуумной камере, при помощи

высокочастотного индуктора расплавляют твердую шихту (отходы специальной заготовки, чистые металлы и ферросплавы) и рафинируют жидкий металл; печи могут работать и на жидкой садке. Вакуум достигается откачиванием диффузионными насосами, обеспечивающими достаточно низкие остаточные давления (меньше 10 Па). Для получения высококачественной стали в основном применяется вакуумная плавка. В слитке всегда содержатся газы и некоторое количество неметаллических включений. Их количество можно значительно уменьшить, если воспользоваться вакуумированием стали при ее выплавке и разливке. При этом способе жидкий металл подвергается выдержке (вакуумированию) в закрытой камере, из которой удаляют воздух и другие газы. Вакуумирование жидкого металла производится обычно в ковше перед разливкой по изложницам. Лучшие результаты получаются тогда, когда сталь после вакуумирования в ковше разливают по изложницам также в вакууме. Выплавка металла в вакууме осуществляется в закрытых индукционных печах.

При вакуумной плавке достигается значительное снижение содержания азота и водорода, растворимость которых в жидком железе пропорциональна корню квадратному из их парциальных давлений. Также происходит испарение химических элементов из ванны, которое зависит от давления в камере печи, температуры металла, удельной поверхности контакта, длительности процесса плавки. Методом вакуумной плавки можно получать заготовки из черных металлов, никеля, меди, молибдена для электровакуумной промышленности; пластичные сорта железа с малым содержанием углерода (трансформаторные и др.), также железо с высокой магнитной проницаемостью, специальные стали и сплавы с пониженным содержанием водорода и азота, нихром, антикоррозионные сплавы на никелевой основе, высокоэлектродную медь и ее сплав.