

АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ МНЛЗ

Красницкий Р.А., студент; Суков С.Ф., доцент, к.т.н.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Система автоматического поддержания уровня металла в кристаллизаторе (САПУМК) МНЛЗ является одной из основных при разливке стали, определяющей качество получаемого слитка.

Типовым составом САПУМК является датчик уровня металла (ДУМ), содержащий первичный преобразователь, преобразующий перемещение уровня металла в электрический сигнал, и вторичный преобразователь, формирующий нормированный выходной сигнал, микропроцессорное устройство, задающее закон поддержания уровня и управляющие исполнительным устройством — приводом стопорного механизма или шиберного затвора.

В настоящее время иностранные производители предоставляют широкий ассортимент систем автоматического регулирования уровня металла, но приобрести отдельно компоненты (например, датчик уровня металла) не представляется возможным, поэтому для развития отечественных систем автоматизации МНЛЗ необходима разработка датчика уровня расплавленного металла в кристаллизаторе. Проблемам проектирования такого датчика и посвящена данная статья.

По физическим принципам измерения датчики уровня металла САПУМК классифицируются:

- ✓ "изотопные";
- ✓ "электромагнитные" (токовихревые);
- ✓ "тепловые" (с использованием встроенных в кристаллизатор датчиков температуры);
- ✓ "оптические";
- ✓ "ультразвуковые";
- ✓ "радиометрические";
- ✓ "электромеханические".

Промышленно применимыми в САПУМК являются (по степени распространенности): изотопные и электромагнитные. Остальные не нашли широкого применения, например "тепловые", или являются "экзотическими".

Наибольшее распространение получили **изотопные ДУМ**, как наиболее компактные и поддающиеся встройке в конструкцию кристаллизатора. Изотопные ДУМ позволяют измерить уровень металла в кристаллизаторе до 180 мм от среза кристаллизатора при точности поддержания уровня: от ± 5 мм до ± 3 мм.

Недостатки изотопных ДУМ: радиационная опасность; относительно низкое соотношение сигнал - шум; нелинейность характеристики; чувствительность к шлакообразующей смеси.

Достоинства изотопных ДУМ: конструктивная и технологическая "отрабатанность" приемника, излучателя и узлов встройки в кристаллизатор; простота эксплуатации; простота калибровки, нечувствительность к электромагнитным полям (возможно совмещение с системой перемешивания металла в кристаллизаторе).

Разработка **электромагнитных (токовихревых) ДУМ (ЭДУМ)** была инициирована проблемой повышения безопасности, используемого в металлургии оборудования.

Конструкция ЭДУМ фирмы "Ниппон кокан" представляет собой две группы обмоток (катушек), расположенных на магнитопроводе и защищенных от нагрева со стороны разливочного стакана и жидкого металла керамическим кожухом. Дополнительной защитой от нагрева является поток воздуха, подводимый извне от внешнего источника, и определенным образом циркулирующий вокруг обмоток (катушек) внутри керамического кожуха. Первая группа обмоток, включенная между собой согласно, является обмотками возбуждения, к которым подводится питающие ЭДУМ переменное напряжение с частотой в диапазоне от 1,5 до 4 кГц. Вторая группа, являющаяся сигнальными обмотками, включена между собой встречно. Указанный диапазон частот питающего напряжения обеспечивает наименьшее влияние проводимости шлакообразующей смеси. Опытным путем было получено, что при более высоких частотах питающего напряжения, например, 20-50 кГц, ЭДУМ измеряет уровень расплавленного шлака, а не расплавленного металла.

ЭДС, наведенная на сигнальных обмотках, зависит от расстояния между ЭДУМ и зеркалом расплавленного металла по существенно нелинейному закону.

Недостатки:

- неудобство в работе из-за наличия кабелей связи и шланга, подводящего охлаждающий воздух, которые в большинстве случаев находятся непосредственно на разливочной площадке и подвержены механическим и тепловым воздействиям, а также могут ограничивать действия разливщика;

- неудобства в работе из-за появления дополнительных операций для разливщика: "операции установки и снятия" ЭДУМ в начале и в конце разливки, а также в аварийных ситуациях (дополнительно затрачивается от 5 до 15 с на выполнение операций "снятие ЭДУМ" и "уборка в безопасное место");

- вариации величины коэффициента преобразования в функции "уровень — ЭДС" при изменении места установки ЭДУМ в плоскости зеркала металла;

- трудоемкость калибровки ЭДУМ (возможна только косвенная калибровка из-за разной проводимости жидкой и закристаллизовавшейся стали);

Также существенным недостатком рассмотренной конструкции является значительный расход комплектующих (датчиков, кожухов, подставок, кабелей, шлангов), особенно при низкой технологической дисциплине персонала.

В конструкции ЭДУМ фирмы "Раутаруукки" первичный преобразователь установлен на специальном телескопическом кронштейне, выдвигающемся и убирающемся по команде разливщика. При этом достигается:

- сохранность датчика и комплектующих;

- установка датчика все время в одном и том же месте над плоскостью зеркала жидкого металла;
- отсутствие в полезном сигнале ЭДУМ составляющей, связанной с частотой качания кристаллизатора.

Однако эксплуатационные достоинства данной конструкции ЭДУМ снижаются необходимостью еще одной гидравлической системы для управления раздвижным кронштейном.

Перспективы развития ДУМ:

миниатюризация; повышение удобства эксплуатации и надежности; снижение эксплуатационных расходов и стоимости комплектующих; повышение безопасности работы; повышение точности измерения. Для выполнения этих требований рассмотренные ДУМ должны совершенствоваться в следующих направлениях.

Изотопные ДУМ. Снижение мощности источника радиационного излучения; повышение помехозащищенности приемного тракта; переход на другие виды радиационного излучения, например, с использованием нейтронных генераторов или генераторов рентгеновского типа, управляемых и не имеющих последствий (вторичного радиационного излучения).

Электромагнитные ДУМ. Уменьшение габаритов первичных преобразователей (наружный диаметр первичных преобразователей 10-20 мм — для датчиков устанавливаемых над зеркалом жидкого металла на край кристаллизатора); применение материалов и разработка конструкций, приводящих к снижению цены для приближения к цене традиционно расходных материалов (футеровка, термпары разового действия, пробоотборника и др.); интеграция конструкции ЭДУМ в систему перемешивания металла в кристаллизаторе для устранения влияния перекрестных электромагнитных полей; разработка конструкций ЭДУМ, пригодных для закрепления на промковшах; уменьшение количества коммуникаций (электрический кабель, шланг системы охлаждения), подключаемых к ЭДУМ.

Таким образом, для развития отечественных систем автоматического регулирования намечена дальнейшая разработка датчика уровня металла: планируется выполнить проектирование индукционного датчика, что будет включать в себя математическое моделирование первичного преобразователя, изготовление макета, лабораторного образца датчика и испытание его в лаборатории и затем изготовление опытного образца для испытания в промышленных условиях.

Перечень ссылок

1. Статья “Измерение уровня жидкого металла в кристаллизаторе МНЛЗ” сайт www.bolshe.ru.
2. Статья “Испытания системы стабилизации уровня металла в кристаллизаторе МНЛЗ №4 ККЦ-1 НЛМК” сайт www.technoap.ru.
3. А.И. Щедрин “Новые металлоискатели для поиска кладов и реликвий”, 2003.