

УДК 621.3.082.744  
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВИХРЕТОКОВОГО ДАТЧИКА УРОВНЯ  
МЕТАЛЛА СОРТОВОГО КРИСТАЛЛИЗАТОРА И РАЗРАБОТКА  
АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ЕГО СИГНАЛА

И. С. САВИН, И. В. ТЕРЕХИН  
ФГБОУ ВПО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
Москва, Россия

В настоящее время сталь разливают преимущественно непрерывным способом в кристаллизаторах. Основная часть кристаллизатора – медная гильза – представляет собой трубу квадратного или круглого сечения, открытую с двух сторон и охлаждаемую снаружи водой. Жидкая сталь поступает из промежуточного ковша в гильзу, где образуется твердая корочка слитка. Затем стальная заготовка вытягивается из кристаллизатора [1]. В процессе разливки необходимо точно поддерживать уровень металла в гильзе как с точки зрения безаварийной работы, так и для обеспечения высокого качества металла. На данный момент для измерения уровня металла применяют радиоизотопные и вихретоковые датчики. Последние применяются в кристаллизаторах с большим проходным сечением (бюмовые и слябовые) и устанавливаются на штативе над зеркалом расплава или на краю кристаллизатора [2].

Для сортовых кристаллизаторов с малым проходным сечением нет возможности установить вихретоковый датчик над зеркалом расплава, поэтому в сортовых кристаллизаторах до сих пор используются радиоизотопные датчики. Радиоизотопные датчики небезопасны для персонала, к ним предъявляются жесткие требования в плане эксплуатации, транспортировки и утилизации, что сопровождается большими финансовыми расходами. Качество стали, произведенной при контроле уровня по показанию вихретокового датчика, выше за счет более высокой точности и нечувствительности к шлакообразующей смеси, периодически добавляемой в кристаллизатор в процессе разливки. Поэтому электромагнитный датчик уровня был бы очень востребован в сортовых кристаллизаторах.

Конструкция сортовых кристаллизаторов такова, что датчик можно установить только внутри кристаллизатора на боковой поверхности гильзы (рис. 1). Принципиально возможны две конструкции датчика: накладной и проходной. Накладной датчик уровня состоит из одной вытянутой возбуждающей катушки и набора соосных с ней измерительных катушек. Проходной состоит из набора включенных последовательно параметрических проходных вихретоковых датчиков, охватывающих гильзу. При таком положении датчика измерять уровень приходится через медную стенку толщиной 10–15 мм, которая является сильным электромагнитным экраном. Температура и электрическая проводимость, медной стенки значительно

изменяются при перемещении уровня. Из-за экранирования расплава медной стенкой, сигнал от стали мал. Температура гильзы связана с уровнем металла, поэтому для оценки свойств датчика необходимо рассматривать совместную электромагнитно-тепловую модель. Большая часть сигнала датчика обусловлена вихревыми токами на поверхности медной гильзы, температура которой меняется с отставанием около 2–3 с относительно изменения уровня расплава, в то время как максимально допустимое запаздывание сигнала датчика составляет 0,5 с.

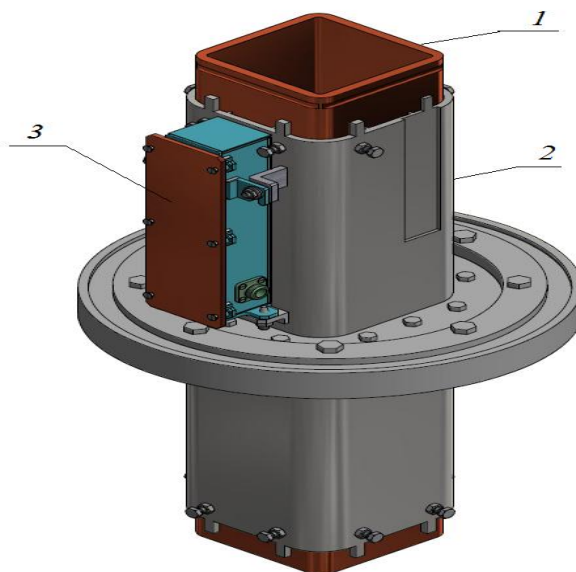


Рис. 1. Положение датчика уровня на гильзе сортового кристаллизатора: 1 – гильза, 2 – обечайка из нержавеющей стали, 3 – датчик уровня

Исследование обоих датчиков проводилось с помощью конечно-элементного моделирования. На основании результатов моделирования были определены величины составляющих сигнала датчиков, частотные годографы этих составляющих с помощью которых выбрана оптимальная частота возбуждения. Сигналы определялись как в статическом режиме разливки (при очень медленном изменении уровня), так и в динамическом, когда тепловые переходные процессы сильно влияют на сигнал датчика уровня. На основании полученных результатов для каждого типа датчиков рекомендованы алгоритмы выделения уровня металла, обеспечивающие запаздывание сигнала не более 0,3 с.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация МНЛЗ в СССР и за рубежом / Черная металлургия. Серия Автоматизация металлургического производства. – М., 1983.
2. **Терехин, И. В.** Разработка вихретоковых средств контроля уровня жидкого металла в гильзовом кристаллизаторе при непрерывной разливке стали: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 2008.

Е-mail: [Igorkoff@inbox.ru](mailto:Igorkoff@inbox.ru)  
[terekhin.iv@mail.ru](mailto:terekhin.iv@mail.ru)