

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ МЕТАЛЛА В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ

Волошин Р.Н., студент; Жовтобрух С.А., асс.
(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк)

Непрерывная разливка стали является важнейшим технологическим этапом в производстве металлопродукции, поскольку она обеспечивает перевод стали из жидкого состояния в твердое и придание ей определенной геометрической формы. При этом условия охлаждения и затвердение в значительной мере предопределяют высокое качество выпускаемого товара [1]. Важной задачей технологии является автоматический контроль и управление процессом стабилизации уровня металла в кристаллизаторе. Прежде всего, необходимо исходить из следующих требований [2]:

1) система автоматического управления должна стабилизировать высоту заполнения кристаллизатора жидким металлом в ходе разливки и таким образом обеспечить неизменную толщину стенок слитка;

2) система должна исключать случаи перелива жидкого металла через кристаллизатор (что вызывает тяжелые аварии в машине) и недопустимого снижения уровня, которые могут привести к ослаблению стенок слитка и порыву жидкого металла;

3) динамическое отклонение стопора должны быть минимизированы с целью минимизации «пульсаций» струи металла;

4) должно обеспечиваться наиболее интенсивное затухание переходных процессов.

Таким образом, перечисленные требования сводятся к использованию законов управления, обеспечивающих высокую однородность струи дозируемого металла в кристаллизатор, что позволяет получить непрерывный слиток высокого качества. Выполнить их возможно с помощью выбора соответствующих оптимальных настроек П- или ПИ-регуляторов. При расчете настроек следует исходить из условий минимизации функционала вида:

$$I = \int_0^{\infty} (h_1^2 + m_1 U^2) d\tau \quad \text{при } h_1(\infty) = 0,$$

где h_1 - отклонение уровня от заданного значения в процессе регулирования; U - управляющее воздействие, поступающее от регулятора на стопор или шиберный затвор; m_1 - весовой коэффициент.

Технологическая и структурная схемы системы управления уровнем металла в кристаллизаторе показаны на рисунках 1 и 2. В зависимости от изменения положения уровня металла в кристаллизаторе меняется число импульсов, поступающих от источника радиоизотопного излучения, и измерительный преобразователь 1 формирует аналоговый сигнал, поступающий на вторичный прибор 2 и в регулятор 3, управляющий с помощью исполнительного механизма стопором промежуточного ковша. Заданное значение уровня устанавливается задатчиком 4 [3].

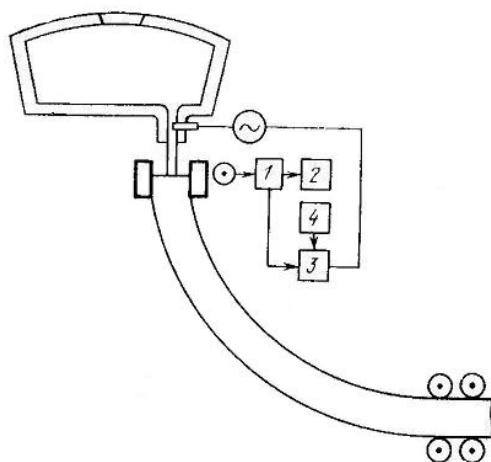


Рисунок 1 – Технологическая схема системы управления уровнем металла в кристаллизаторе

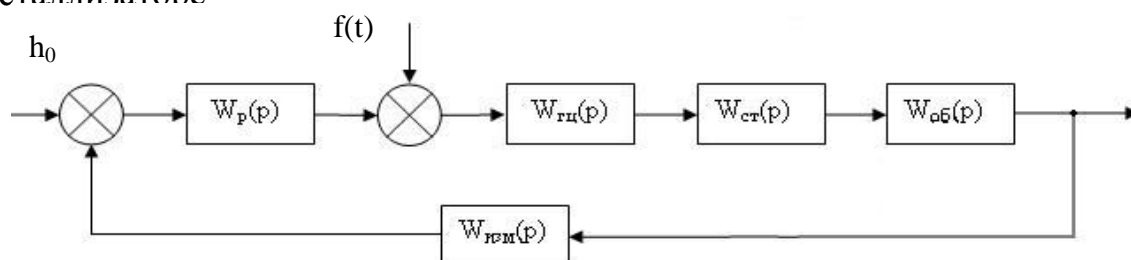


Рисунок 2 – Структурная схема системы управления уровнем металла в кристаллизаторе

На рисунке 2 приняты следующие обозначения:

h_0 – заданное значение стабилизированного уровня;

$f(t)$ – регулярное возмущение на входе объекта, принимаемое в виде единичного ступенчатого воздействия;

$W_{об}(p)$ – передаточная функция объекта управления, $W_{об}(p) = K_{об}/p$;

$W_{гц}(p)$ – передаточная функция гидроцилиндра, $W_{гц}(p) = K_{гц}/(T_{гц}p + 1)$;

$W_{ст}(p)$ – передаточная функция стопора, $W_{ст}(p) = K_{ст}/(T_{ст}p + 1)$;

$W_{изм}(p)$ – передаточная функция измерительного преобразователя датчика уровня металла, $W_{изм}(p) = K_{изм}$;

$W_p(p)$ – передаточная функция регулятора (для П-регулятора: $W_p(p) = K_p$; для ПИ-регулятора: $W_p(p) = (K_p(1 + pT_i))/pT_i$).

С учетом соответствующих коэффициентов передачи и постоянных времени подобъектов системы получена компьютерная модель системы управления уровнем металла в кристаллизаторе, представленная на рисунке 3.

Сделав допущение, о постоянстве скорости вытягивания слитка и отсутствии обратных связей по данному параметру, были получены кривые переходных процессов (рисунок 4), происходящих в системе управления уровнем металла в кристаллизаторе при наличии П-регулятора (кривая 1) и ПИ-регулятора (кривая 2).

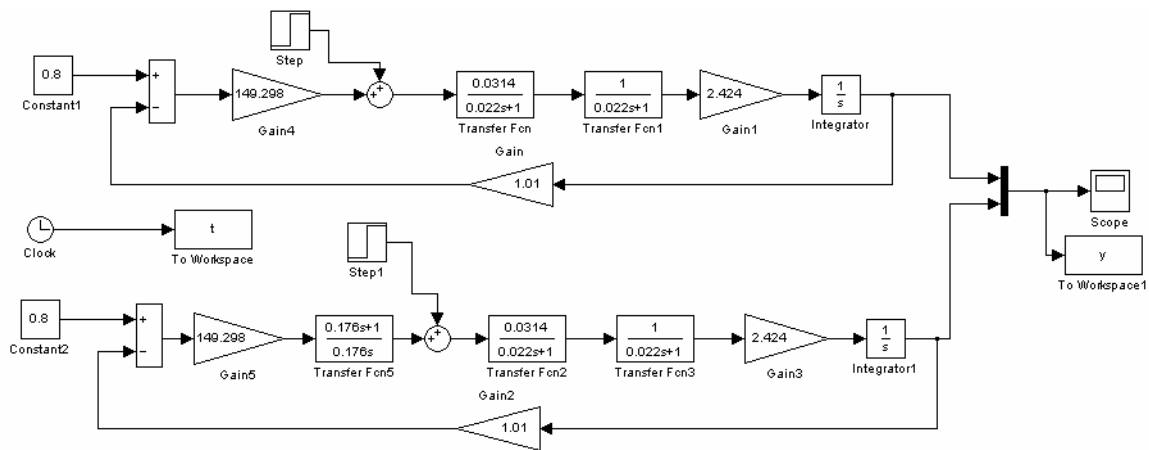


Рисунок 3 – Структурная схема компьютерной модели системы управления уровнем металла в кристаллизаторе

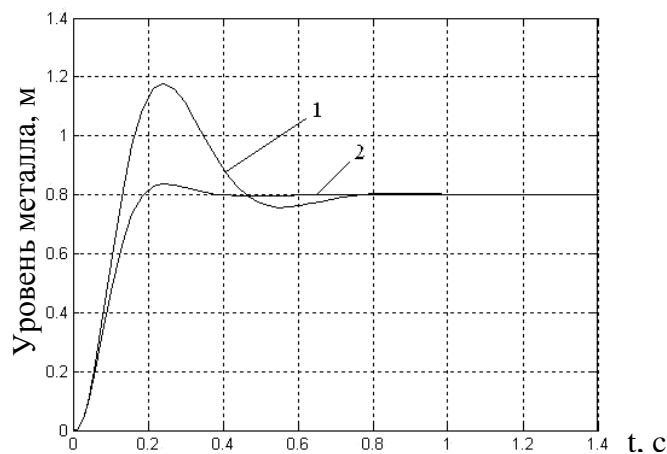


Рисунок 4 – Графики переходных процессов, происходящих в системе управления уровнем металла в кристаллизаторе

Качественный анализ переходных процессов в системе управления показал, что для решения задачи стабилизации уровня металла в кристаллизаторе наиболее подходящим для использования является ПИ-регулятор (перерегулирование составляет 4.86%, время переходного процесса – 0.42 с, против 47.25% и 0.8с для П-регулятора). Следовательно, наличие ПИ-регулятора в системе управления позволит снизить время на отработку управляющего воздействия на исполнительные механизмы для стабилизации уровня металла, что позволит улучшить качество разливки и снизить процент отбраковки заготовок.

Перечень ссылок:

1. Непрерывная разливка стали / Смирнов А.Н. – Донецк, ДонНТУ. – 2002.
2. Оптимальное управление режимами непрерывной разливки стали / Краснов Б.И. – М., «Металлургия». - 1975. – 312 с.
3. АСУ технологическими процессами в агломерационных и сталеплавильных цехах / Глинков Г.М. – М., «Металлургия». - 1981. – 360 с.