



## Система определения моментов захвата-выброса раската в валках многоклетьевого прокатного стана

Бабенко М.А., Виждов П.И., Коротченков В.М.,  
ОАО "Криворожсталь", г.Кривой роз  
Кобзарь В.И., Недотоп В.Н., Хижняк В.Я.,  
ООО "АВТОМЭЛ", г.Кривой Роз

При решении задач безотходного раскраса и синхронизации положения ножей ножниц для обрезки переднего и заднего концов раската на непрерывно-заготовочных станах наиболее важной информацией является информация о наличии металла в валках прокатных клетей. Эта информация обычно представлена сигналами датчиков наличия металла (ДНМ). Сбои и отказы в работе датчиков ДНМ - катастрофа! "Бурезки", выдача некондиционного по длине раската ("коротыши"), а иногда и механические поломки очень дорогостоящего сегодня оборудования. Как быть?

Пробовали использовать в качестве ДНМ фотореле, установленные в межклетьевых промежутках. Эффективность - почти "ноль". Почему почти? Потому что необходимо очень часто настраивать и изменять положения привалковой арматуры. Кроме того, в зимнее время на выходных сигналах фотореле имеют место сбои

и отказы. Объяснение очень простое - мешает парообразование. Поэтому в реальных условиях следует использовать ДНМ, работающие на принципе фиксации факта резкого изменения тока приводного двигателя при захвате и выбросе металла. Это действительно решение проблемы.

Большинство используемых ныне на металлургических предприятиях ДНМ работают на принципах жесткой логики. Элементная база - сорокалетней давности, аналогов нет, ремонтпригодность - нулевая. Но потихоньку внедряются и решения, соответствующие духу времени. Для определения наличия металла в валках двух смежных клетей с групповым приводом, выполненным на синхронном двигателе мощностью 1,8 МВт, применен ДНМ, использующий микроконтроллер ADuC 812 (Микропроцессорный датчик наличия металла в валках прокатной клетки // Металлургия и горнорудная промышленность, 2003, № 1, стр.49-53.). Этот

ДНМ функционирует в системе с нерегулируемым приводом. С регулируемым приводами (скорости прокатки обычно изменяются в диапазоне 1:1.3) ситуация несколько сложнее.

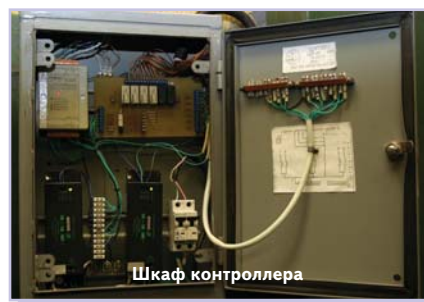
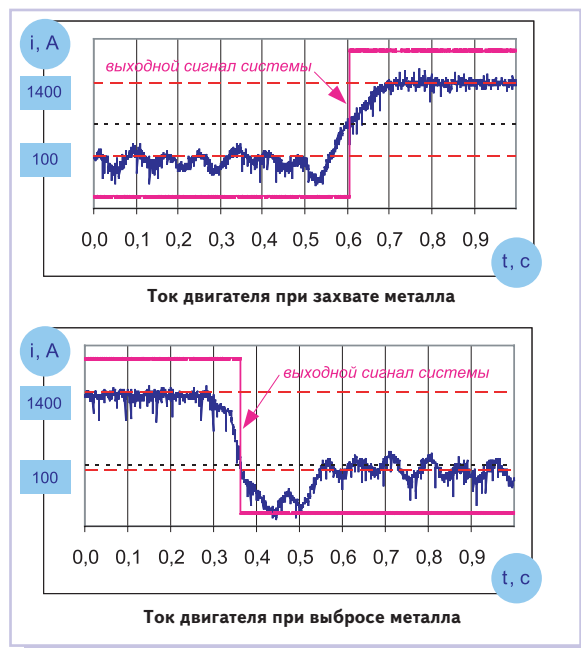
Работа регуляторов тока и скорости системы регулирования естественно затрудняет определение моментов захвата и выброса металла. На приведенных графиках тока привода последней клетки стана 500 ОАО "Криворожсталь" видно, что в информационном сигнале присутствуют пульсации

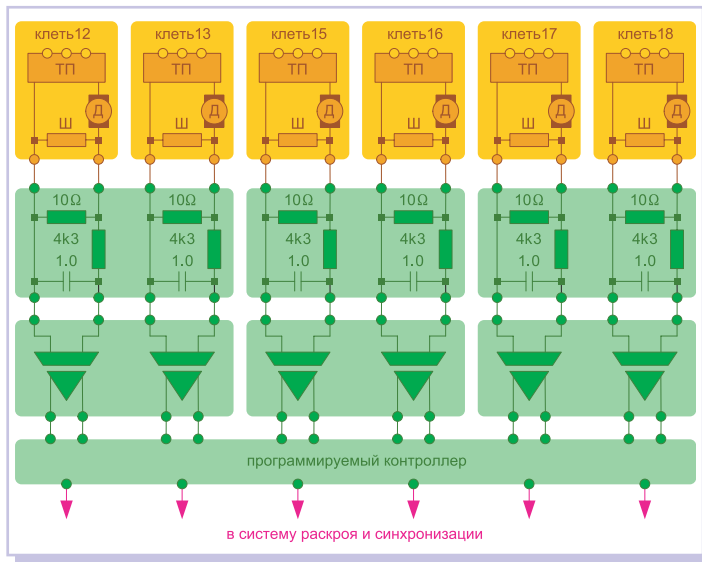
частотой 300 Гц, обусловленные работой тиристорного преобразователя, и пульсации частотой 20 Гц, обусловленные наличием механических люфтов. Следует также отметить, что эти зависимости зарегистрированы уже



на выходе модулей гальванической развязки, т.е. после аналоговой фильтрации и нормализации сигналов с шунтов. Таким образом, достоверное определение факта захвата-выброса металла по такой исходной информации весьма проблематично.

Поэтому было принято решение выполнить оцифровку нормированного сигнала и попытаться программным путем (цифровой фильтрацией) добиться достоверного определения моментов захвата-выброса. Результаты моделирования и экспериментов на объекте подтвердили правильность выбранного подхода и были положены в основу системы датчиков ДНМ для чистой группы шестиклетьевого непрерывно-заготовочного стана с индивидуальным





приводом валков на базе комплектов тиристорных преобразователей постоянного тока мощностью 0.8..1.2 МВт.

Структура системы ДНМ содержит шесть идентичных аналоговых каналов. На каждой клетке в цепь якоря приводного двигателя (Д), управляемого тиристорным преобразователем (ТП), включен шунт (Ш).

Информационный сигнал в виде напряжения с шунта, пропорциональный току двигателя (75 мВ при 3000 А) через пассивный RC-фильтр с постоянной времени 4.3 мс поступает на вход нормирующего преобразователя с гальванической развязкой. Аналоговая гальваноразвязка - хотя это и приводит к дополнительным затратам, но в данном случае без нее никак нельзя было обойтись. Снизить затраты позволило использование модулей серий HL7B и PSA отечественного производства.

Фильтры и нормализаторы смонтированы в небольшом шкафу размером 400x400x250 мм, установленном в машзале. Длина линий связи между шкафом и шунтами для некоторых клеток достигает 150 м.

Во втором шкафу, установленном рядом с первым, размещены блок контроллера с аналого-цифровым преобразователем, два источника питания, модули индикации и формирователей выходных сигналов системы.

12-битовый АЦП с основной погрешностью преобразования не более  $\pm 0.2\%$  обеспечивает опрос всех каналов за 600 мкс. А последующая программная обработка оцифрованных сигналов приводит к запаздыванию в определении факта захвата-выброса металла не более чем на 20 мс.

0.15 среднего тока нагрузки.

Выходные сигналы контроллера поступают в систему раскроя и синхронизации. Тип выходов - открытый коллектор. Этими же сигналами управляет блок реле, к которому подключен модуль индикации/сигнализации о наличии (отсутствии) металла в валках клетей.

6-канальная система ДНМ питается от сети напряжения 220 В переменного тока и потребляет не более 3 Вт.

Используемые системные компоненты рассчитаны на эксплуатацию в диапазоне рабочих температур  $-10..+60^{\circ}\text{C}$ .

Основным параметром описанной системы ДНМ является запаздывание в определении и выдаче сигнала о факте захвата-выброса металла.

Естественно представляет интерес определение величины методической погрешности работы ДНМ. Если на основании данных, представленных на графиках, принять условие:

$$\begin{aligned} \text{ДНМ} &= 1, \text{ если } i \geq 0.45 i_{\text{нагр}} \\ \text{ДНМ} &= 0, \text{ если } i \leq 0.85 i_{\text{нагр}} \end{aligned}$$

то, исходя из  $di/dt=8,2$  кА/сек, время нарастания тока привода после захвата валками металла до достижения значения тока выдачи сигнала о захвате составляет:

$$t = 0.45 \times 1.4 / 8,2 = 77 \text{ мс,}$$

Уровень входного сигнала, при котором контроллер выдает сигнал о захвате, составляет 0,45 от тока нагрузки двигателя, а уровень входного сигнала, при котором выдается сигнал о выбросе, составляет

где 1.4- величина тока нагрузки в кА.

Таким образом, методическая величина запаздывания в выдаче сигнала при захвате металла составляет 77 мс. А при выбросе металла эта величина будет равна 57 мс. Учитывая, что при захвате и выбросе запаздывания имеют разные знаки, то фактическое запаздывание составляет 20 мс. Величина этого запаздывания носит регулярный характер и поэтому может быть легко учтена в работе систем раскроя и синхронизации.

С целью определения достоверности работы разработанной системы ДНМ ее испытания были выполнены следующим образом. Замыкающие контакты выходных реле были соединены последовательно и переданы в контроллер системы раскроя. И в течение целого месяца в контроллере системы раскроя сравнивалось количество сработавших систем ДНМ и количество прокатанных через стан раскатов. За время испытаний сбоев и отказов системы ДНМ обнаружено не было. Что и следовало ожидать. У разработчиков сомнений в успехе конечно же не было, но длительные испытания перед сдачей системы в



ОАО "Криворожсталь", стан 500, блюминг 1

эксплуатацию провести все-таки следовало.

И что же эта разработка дала "Криворожстали"? В системы управления технологическими процессами на стане 500 поступает достоверная информация о длине раската и скорости прокатки и как следствие - повышается надежность работы стана и практически сводится к нулю брак.



КОНТАКТЫ:

т. (0564) 261-5-29

e-mail: ame@ukrtel.dp.ua