

---

**МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ  
ЛЕТУЧИХ НОЖНИЦ**

---

Летучие ножницы различных типов, предназначенные для разрезания движущегося проката, широко применяются в прокатных цехах металлургических заводов. Как правило, такие ножницы оснащены автоматизированным электроприводом и системой автоматического управления порезкой проката.

В настоящей статье рассматриваются летучие ножницы, которые устанавливаются между черновой и чистовой группами прокатных клетей мелкосортных и проволочных станов. Они предназначены для производства одиночного реза металла для обрезки переднего конца выходящего из последней черновой клетки проката, а также для выполнения многократных резов прокатываемого металла с целью разделения его на небольшие части в случае возникновения на стане во время прокатки аварийной ситуации, например, при аварийном отключении электропривода одной из клетей.

Привод ножниц выполняется от электродвигателя постоянного тока с питанием последнего по системе ТП-Д. При выполнении одиночного реза переднего конца прокатываемого металла электропривод работает в режиме «пуск - стоп». Круговая циклограмма работы электропривода при этом состоит из участка ускорения электродвигателя до скорости, незначительно превышающей линейную скорость движения проката, затем происходит рез, после этого – торможение электропривода до остановки, а затем последующий возврат ножей в исходное положение посредством реверса электродвигателя и остановка ножей в исходном положении. При разгоне и торможении электродвигателя система регулирования электропривода функционирует как двухзонная зависимая система автоматического регулирования (САР) скорости электродвигателя с обратной связью по скорости от датчика скорости – тахогенератора или импульсного датчика. При выполнении установки ножей в исходное положение структура САР изменяется и система преобразуется в трехконтурную САР положения с обратной связью по положению от датчика положения – сельсина или кодового датчика. Таким образом, для реализации заданного цикла работы при одиночном резе проката в схеме управления электроприводом используются датчик скорости, связанный с валом электродвигателя или редуктора командоаппарат, который фиксирует момент схождения ножей при резе (датчик реза), датчик положения ножей и внешний датчик наличия металла, определяющий момент начала цикла. В случае, если привод ножниц редукторный, для присоединения применяемого датчика положения ножей должен быть использован еще и специальный кинематический редуктор. Использование аналогового тахогенератора и сельсина в качестве датчика положения неизбежно при использовании для построения системы управления электроприводом традиционных аналоговых технических средств, например, аналоговых модулей УБСР.

При использовании для управления электроприводом современных тиристорных преобразователей постоянного тока, оснащенных микропроцессорными системами управления, можно построить высокоточную систему управления описанным электроприводом летучих ножниц, которая обеспечит качественное выполнение всех технологических требований при существенном уменьшении количества используемых датчиков. Такая система управления может быть построена, например, на базе применения тиристорного преобразователя с программируемым микропроцессорным управлением серии Simoreg 6RA70 производства фирмы СИМЕНС [1] либо тиристорного преобразователя серии DCS800 производства фирмы АВВ. В первом случае система управления летучими ножницами полностью реализуется посредством использования программного обеспечения тиристорного преобразователя Simoreg 6RA70, а в случае применения тиристорного преобразователя фирмы АВВ возможностей собственного программного обеспечения преобразователя недостаточно, поэтому дополнительно требуется использование еще и входящего в состав преобразователя дополнительного специализированного быстродействующего программируемого контроллера.

В качестве измерительных устройств вместо вышперечисленных аналоговых датчиков в рассматриваемом случае для построения системы управления достаточно наличие только одного инкрементального импульсного датчика на валу электродвигателя и внешнего датчика наличия металла.

Импульсный датчик частоты вращения, имеющий в составе выходного сигнала две сдвинутые последовательности импульсов и нулевой импульс-метку, используется как для формирования сигнала обратной связи по скорости в контуре автоматического регулирования скорости электропривода, так и для формирования сигнала положения вала электродвигателя (пространственного положения ножей) в автоматизированной системе управления циклом реза проката. Это может быть реализовано благодаря наличию соответствующих возможностей программного и аппаратного обеспечения микропроцессорных систем управления вышеупомянутых электроприводов.

Алгоритм работы схемы микропроцессорного управления электроприводом летучих ножниц определяет следующий порядок работы схемы.

В режиме одиночного реза, по сигналу внешнего датчика наличия металла, после определенной выдержки

времени, определяемой местом расположения этого датчика относительно точки схождения ножей ножниц и величиной линейной скорости движения проката, через задатчик интенсивности (ЗИ) на вход регулятора скорости подается задание скорости, несколько превышающее линейную скорость движения проката, и начинается разгон электродвигателя и ножей из исходного положения. При этом САР электропривода представляет собой цифровую замкнутую САР скорости электродвигателя с обратной связью по скорости от импульсного датчика с использованием преобразования частоты импульсов датчика в код сигнала абсолютной величины скорости. Для повышения экономичности электропривода, за счет уменьшения потерь электроэнергии при разгоне, темп нарастания выходного сигнала ЗИ следует формировать зависимым от величины линейной скорости движения проката, чтобы к моменту соприкосновения ножей с металлом они имели требуемое превышение скорости по отношению к скорости движения проката (порядка 5%) при минимальном возможном динамическом токе электродвигателя в период ускорения двигателя. В процессе разгона импульсы датчика импульсов одновременно поступают на вход накапливающего счетчика, выход которого сравнивается с величиной задания на входе порогового элемента. Если обозначить угол, который пройдут ножи от исходного положения до точки реза  $\alpha$ , а передаточное число редуктора привода  $i$ , то величина этого задания равна

$$N = \frac{\alpha \cdot Z}{360} \cdot i,$$

где  $Z$  - количество импульсов за один оборот датчика импульсов. В момент схождения ножей при выполнении разрезания проката выходной сигнал счетчика достигает величины задания и пороговый элемент срабатывает. По его сигналу производится отключение сигнала задания скорости на входе задатчика интенсивности системы регулирования скорости. Электропривод переходит в режим рекуперативного торможения с темпом, определяемым соответствующей уставкой ЗИ. В момент, когда в процессе торможения ножи ножниц проходят свое исходное положение, на выходе датчика импульсов должен появиться нулевой импульс (это достигается начальной установкой датчика). По этому импульсу производится обнуление вышеупомянутого счетчика импульсов и подключение к входу регулятора скорости выходного сигнала регулятора положения, на вход которого подключен выходной сигнал вышеупомянутого счетчика. Таким образом, цифровая САР электропривода оказывается замкнутой по положению и преобразуется в трехконтурную САР положения с нулевым заданием на входе регулятора положения, которое определяет отработку контуром регулирования положения установку ножей в исходное положение, что и производится электроприводом после окончания торможения и полной его остановки, посредством реверса. Как видно из вышесказанного, для нормальной работы предложенного алгоритма требуется, чтобы выполнялось условие

$$\alpha_T \geq 360 - \alpha,$$

где  $\alpha_T$  – угол, который пройдут ножи при рекуперативном торможении после реза.

В режиме аварийного реза проката, который производится эпизодически, по команде оператора «» через задатчик интенсивности на вход регулятора скорости подается сигнал задания скорости и начинается разгон ножей из исходного положения так же, как и при выполнении одиночного реза проката. Отличие заключается в том, что в этом случае при прохождении ножами исходного положения по нулевому сигналу датчика происходит обнуление счетчика, но не происходит замыкание САР электропривода по положению, поэтому ножи продолжают вращение на достигнутой скорости и производят аварийный рез проката на небольшие длины. По команде оператора на прекращение аварийного реза восстанавливается схема управления одиночным резом, срабатывает пороговый элемент и работа схемы управления происходит аналогично вышеописанному, до точной остановки ножей в исходном положении.

В заключение следует отметить, что описанный алгоритм управления электроприводом летучих ножниц прошел натурные испытания на макете тиристорного электропривода постоянного тока с применением тиристорного преобразователя серии Simoreg 6RA70 фирмы СИМЕНС и импульсного датчика производства фирмы СИМЕНС, у которого  $Z=1024$  импульса на один оборот вала.

Полученные на макете результаты позволяют с уверенностью использовать этот алгоритм при реконструкции электропривода аварийных летучих ножниц сортового прокатного стана 350.

#### **Литература.**

1. SIMOREG DC MASTER 6RA70. Digital Chassis Converters Catalog DA21/1 2002