

УДК 621.9.06 - 83

ДАТЧИКИ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Ошурек М.П.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Привод подач в системе ЧПУ может осуществляться по двум схемам: с наличием или отсутствием обратной связи по положению рабочего органа станка, по контролируемой координатной оси. В случае привода без обратной связи в качестве двигателя необходимо использовать шаговый мотор.

На рисунке 1 представлена схема привода подач с обратной связью, как по скорости, так и по положению.

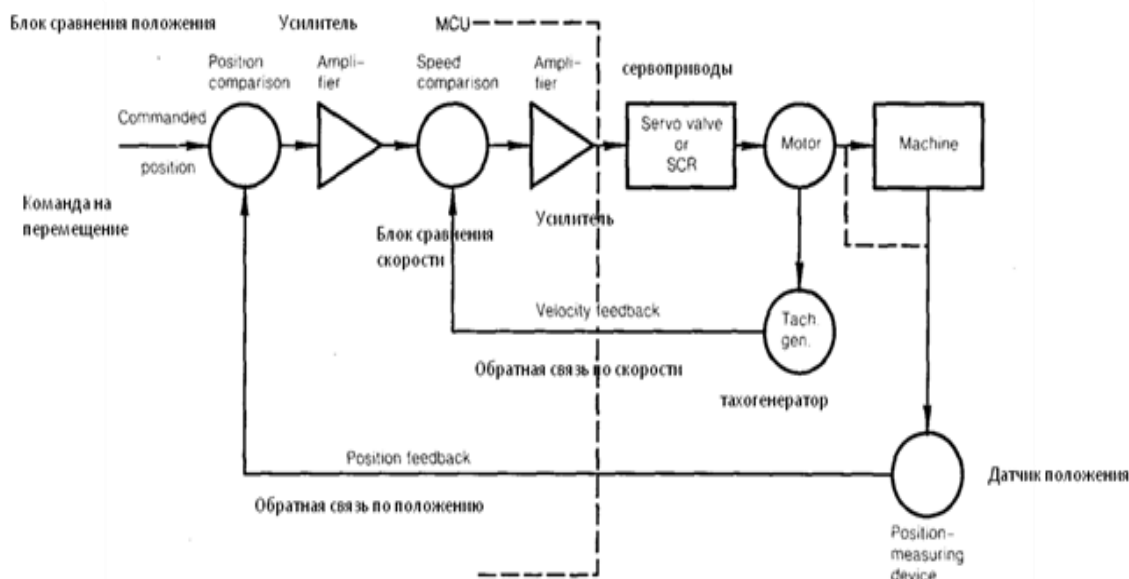


Рисунок 1 - Схема привода подач с обратной связью по скорости и по положению

В функцию блока обратной связи входит непрерывная передача в систему управления информации о фактическом положении рабочего органа станка.

Датчики обратной связи, применяемые в станках с ЧПУ, по принципу их работы можно подразделить на две группы: абсолютные и циклические.

В абсолютных датчиках каждому его положению по всей длине перемещения соответствует вполне определенное и единственное кодовое значение или точно определённая величина монотонно изменяющегося выходного сигнала (рисунок 2.а). Системы с абсолютными датчиками сохраняют информацию о положении рабочего органа станка по соответствующей координатной оси даже после отключения электрического питания и после включения системы вновь не требуют выхода станка в исходные (референтные) точки по каждой координате.

У циклических датчиков изменение параметров выходного сигнала носит циклический характер, принимая одни и те же значения при различных положениях датчика (рисунок 2.б). У циклических датчиков длина перемещения, соответствующая однозначному сигналу, всегда меньше длины всего хода рабочего органа станка, на котором установлен датчик обратной связи. Такие датчики проще по конструкции, но после каждого отключения сети требуют проведения процедуры обнуления, то есть выхода в нулевые точки по каждой координате.

По конструкции датчики обратной связи по положению подразделяются на круговые и линейные.

Круговые датчики, имеющие, как правило, проще конструкцию, монтируются непосредственно на ходовом винте или связаны с ним через шестерёнчатую передачу. Таким образом, они контролируют угол поворота шарикового ходового винта, оставляя без обратной связи конечное звено, а именно зацепление винта с гайкой.

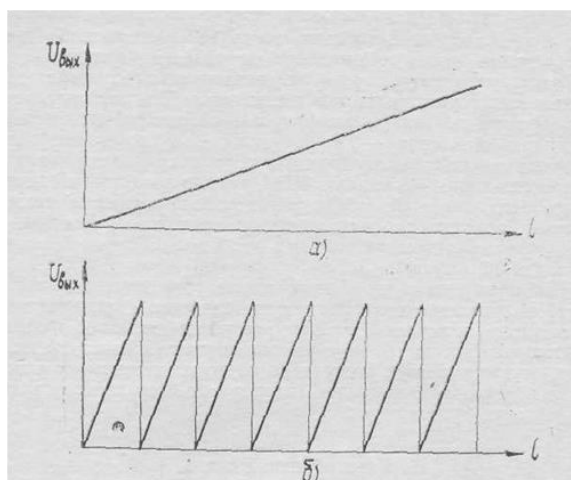


Рисунок 2 - Изменение величины выходного сигнала датчиков:
а) для абсолютных датчиков; б) для циклических датчиков

При использовании линейного датчика (рисунок 3) обратной связью охватываются все звенья кинематической цепи подачи, включая конечное звено – винт с гайкой. Точность обработки при этом значительно возрастает. Однако конструктивно линейные датчики имеют более сложную конструкцию и, соответственно, выше стоимость.

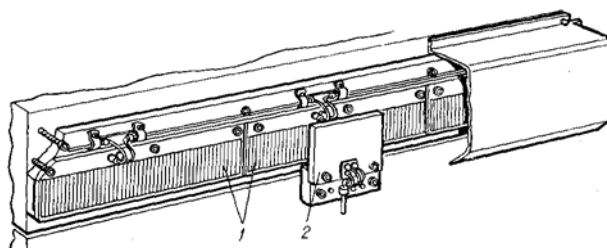


Рисунок 3 - Линейный датчик обратной связи
1 – линейка; 2 – ползун

По виду выходного сигнала датчики подразделяются на кодовые, аналоговые и импульсные.

Кодовые датчики представляют собой диск (для кругового датчика) или пластину (для линейного датчика) из стекла или металла, на которых нанесены шаблоны разрядов в двоичном коде.

Преимуществом кодовых датчиков является то, что они относятся к абсолютным датчикам, которые, в отличие от дискретных датчиков, сохраняют информацию о фактической позиции (или координате перемещения) после отключения и включения вновь системы управления или после сбоя в её работе.

Шаблоны разрядов двоичного кода могут быть исполнены различным образом:

1. Проводимые и не проводимые участки для металлических шкал;
2. Прозрачные или не прозрачные участки для стеклянных шкал;
3. Магнитные или не магнитные участки для шкал из не магнитных материалов.

Пример диска кругового кодового датчика представлен на рисунке 4 Каждое концентрическое кольцо диска включает затемнённые и прозрачные (или проводимые и не

проводимые, или магнитные или немагнитные) участки и соответствует определённому разряду: наружное кольцо – первому разряду, следующее кольцо – второму разряду и т. д.

Аналоговые датчики, работающие в основном на принципе электромагнитной индукции, имеют на выходе сигнал в виде какого-либо физического аналога, например, величину напряжения или фазовый сдвиг по отношению к опорному сигналу.

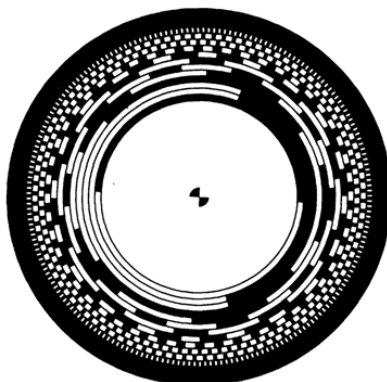


Рисунок 4 - Пример диска кругового кодового датчика

5. Схема работы датчика типа «вращающийся трансформатор» представлена на рисунке

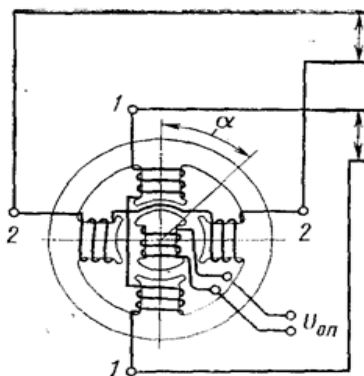


Рисунок 5 – Схема работы датчик типа «вращающийся трансформатор»

«Вращающийся трансформатор» состоит из статора и ротора. При подаче на обмотку ротора (или статора) переменного напряжения $e_0 = U_0 \cdot \sin(\omega t)$ на одной из обмоток статора (или ротора) индуцируется переменное напряжение $e_1 = U_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\omega t)$, где α — угловое положение ротора. На второй обмотке индуцируется $e_2 = U_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\omega t)$. После сложения этих двух сигналов на цепочке RC , параметры которой подбираются из условия $\omega RC = 1$, получается выходной сигнал $U_{вых} = U_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ который, как видно, равен по амплитуде входному сигналу, но сдвинут по фазе относительно него на угол α , который представляет собой фактическое положение рабочего органа станка. Для получения высокой точности позиционирования цену оборота фазы в таких датчиках часто выбирают в пределах 1 мм.

Среди аналоговых датчиков наибольшую точность позиционирования можно получить, используя датчики типа «Индукосин», работающие в амплитудном режиме. Общий вид линейного датчика такого типа представлен на рисунке 6, диск кругового датчика представлен на рисунке 6.

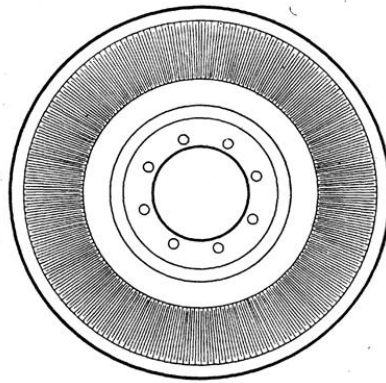


Рисунок 6 – Диск кругового датчика типа «Индуктосин»

Принцип работы датчика обратной связи типа «Индуктосин» представлен на рисунке 7. Ползунок датчика имеет две печатные обмотки, сдвинутые геометрически, а, следовательно, и электрически на 1/4 шага, т. е. на 90°. На каждую из обмоток подается синусоидальный сигнал одинаковой частоты (10 кГц), причем на первой обмотке имеется $e_1 = U_0 \cdot \cos(\alpha_e)$, а на второй $e_2 = U_0 \cdot \sin(\alpha_e)$, где α_e - заданный угол смещения (отражающий заданную величину перемещения). На шкале индуцируется напряжение, равное: $U_{вых} = U_0 \cdot \sin(\alpha_e) \cdot \cos(\alpha_m) - U_0 \cdot \cos(\alpha_e) \cdot \sin(\alpha_m)$, где α_m —фактический угол, отражающий фактическое перемещение рабочего органа станка. Следовательно: $U_{вых} = U_0 \cdot \sin(\alpha_e - \alpha_m)$.

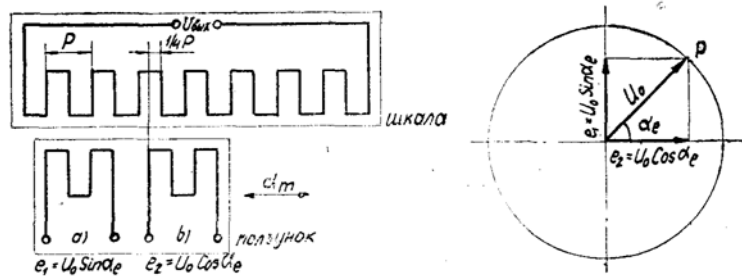


Рисунок 7 - Принцип работы датчика обратной связи типа «Индуктосин».

Таким образом, на привод поступает сигнал на перемещение всякий раз, когда есть разница в этих углах. При фактическом положении, равном заданному, когда $\alpha_e = \alpha_m$, напряжение на выходе равно нулю. Точность позиционирования рабочих органов станка при использовании «Индуктосина» может лежать в пределах $\pm 0,005$ — $\pm 0,01$ мм.

Широкое применение находят линейные фотоэлектрические датчики. В датчике (рисунок 8) шкала (линейка) 1 и ползунок 2, выполненные из стекла и имеющие одинаковый шаг штрихов, накладываются друг на друга с небольшим зазором.

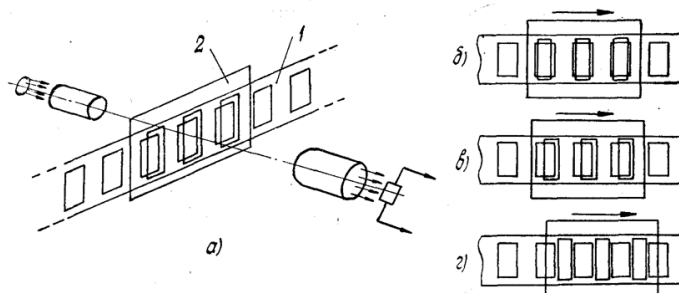


Рисунок 8 - Линейный фотоэлектрический датчик:

- а) принцип действия; б) положение, соответствующее максимальной освещенности; в) среднее положение; г) положение, соответствующее минимальной освещенности.

При смещении этих двух частей относительно друг друга, освещенность фотодиода за счет явлений, происходящих в дифракционных решетках, будет периодически меняться от максимальной величины до минимальной величины и опять до максимальной. Формируя в электронной схеме импульсы, соответствующие моменту максимальной освещенности, получают информацию о величине перемещения. Так как в работе одновременно участвуют несколько штрихов, погрешности нарезки каждого штриха усредняются, а точность измерения значительно повышается.

Литература

1. <http://naladchik-stankov.ru/glava-iv-elektrooborudovanie-avtomatika-stankov-chpu/datchiki-obratnoi-svyazi>
2. <http://delta-grup.ru/bibliot/35/26.htm>
3. <http://www.sensor-com.ru/catalog/inductive/use?yclid=2866223477728479559>