

ЦИФРОВАЯ УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

Б. А. ЛАПИН

(Представлено научным семинаром электромеханического факультета)

Автоматизация производственных процессов является основным направлением технического прогресса во всех отраслях промышленности. В настоящее время развитие техники, в частности металлообрабатывающей, достигло такого уровня, что во многих случаях дальнейшее повышение производительности, увеличение скорости и точности обработки ограничивается физическими возможностями операторов, следящих за ходом технологического процесса и управляющих техникой. Полное исключение людей от непосредственного участия в технологическом процессе требует применения специальных автоматических управляющих систем.

Как известно, эволюция систем управления металлорежущими станками привела к созданию производительных копировальных автоматов, работающих по шаблонам. Однако этому способу управления присущи недостатки, связанные с ограниченной точностью шаблонов и трудоемкостью их изготовления.

Прогресс в области автоматики, теории информации и вычислительной техники привел к созданию систем цифрового программного управления, строящихся на электронных вычислительных элементах дискретного действия. Программа для таких систем управления задается аналитически, в виде цифровой модели изделия, состоящей из координат последовательных точек обработки. Цифровой метод управления позволяет задавать программу принципиально с любой степенью точности. Трудоемкость выполнения цифровой модели изделия также гораздо ниже, чем геометрической.

Процесс изготовления изделия на станке с цифровым программным управлением распадается на несколько характерных этапов, не зависящих от конкретной структуры системы управления (рис. 1). Источником информации об изделии является технологическое задание. Оно должно содержать данные о размерах и форме детали, о допусках на обработку, о материале заготовки, о размере и типе инструмента, о режимах резания. В результате математической обработки этой технологической информации получается математическая модель изделия, записанная в виде приращений, которые должны получать координаты центра фрезы в процессе обработки. Заключительными этапами программирования является кодирование матема-

тической информации и запись ее на программную ленту. Система кодирования определяется логической структурой системы управления и не изменяется при обработке различных изделий. Программная лента содержит в закодированном виде полный алгоритм технологии обработки изделия и является задающим документом для системы управления. Последним этапом процесса изготовления изделия является отработка программы системой управления и станком.

Наиболее полно преимущества цифрового управления реализуются при единичном и мелкосерийном производстве деталей сложной конфигурации. В этом случае экономичность станков с цифровым

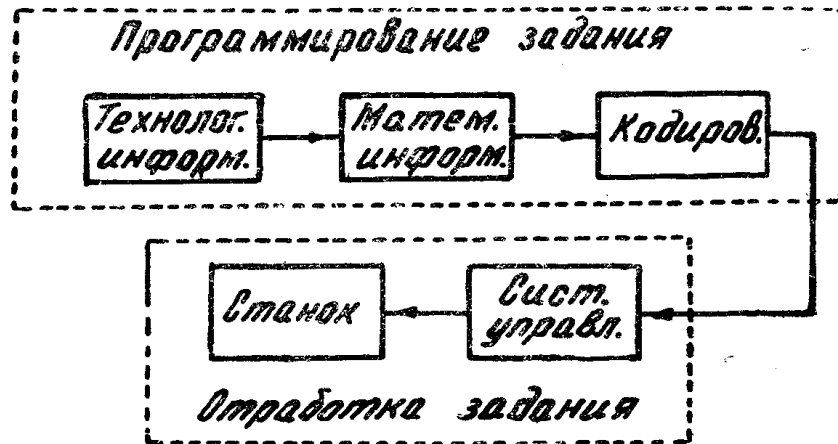


Рис. 1.

программным управлением оказывается в десятки раз выше, чем копировальных автоматов.

Оснащение действующих металлорежущих станков системами цифрового программного управления значительно расширяет их технологические возможности. Ниже описывается двухкоординатная система для управления копировально-фрезерным станком модели 6441А. При модернизации станок подвергся минимальной переделке, которая заключалась в установке датчиков перемещения и штепсельного переключателя режима работы „копирование—программное управление“. Управляющая часть системы собрана на электронных лампах и размещается в приставном шкафу. Для записи и считывания

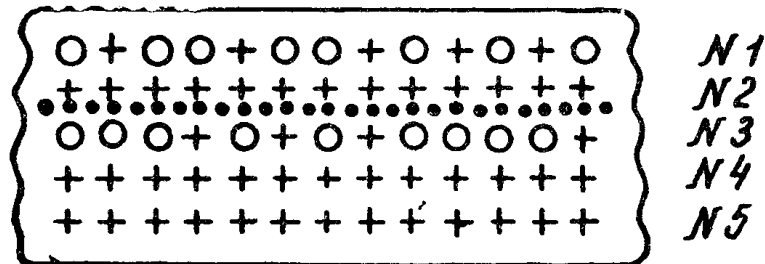


Рис. 2.

программы применяются стандартная телеграфная аппаратура—перфоратор, трансмиттер. В качестве программносителя используется также стандартная пятидорожечная телеграфная лента. Участок программной ленты показан на рис. 2. Команды на перемещение по ко-

ординате „X“ для положительного направления записываются на дорожке № 1, для отрицательного направления—на дорожке № 2. Дорожки № 3 и № 4 используются для координаты „Y“, а дорожка № 5— для команды „Стоп“. При записи программы на программную ленту применяется единичный код, при котором величина перемещения по координате пропорциональна количеству пробитых отверстий, а скорость перемещения—их частоте.

Структурная схема системы

Структурная схема для одной координаты приведена на рис. 3. В основу цифровой следящей системы положена схема, при которой

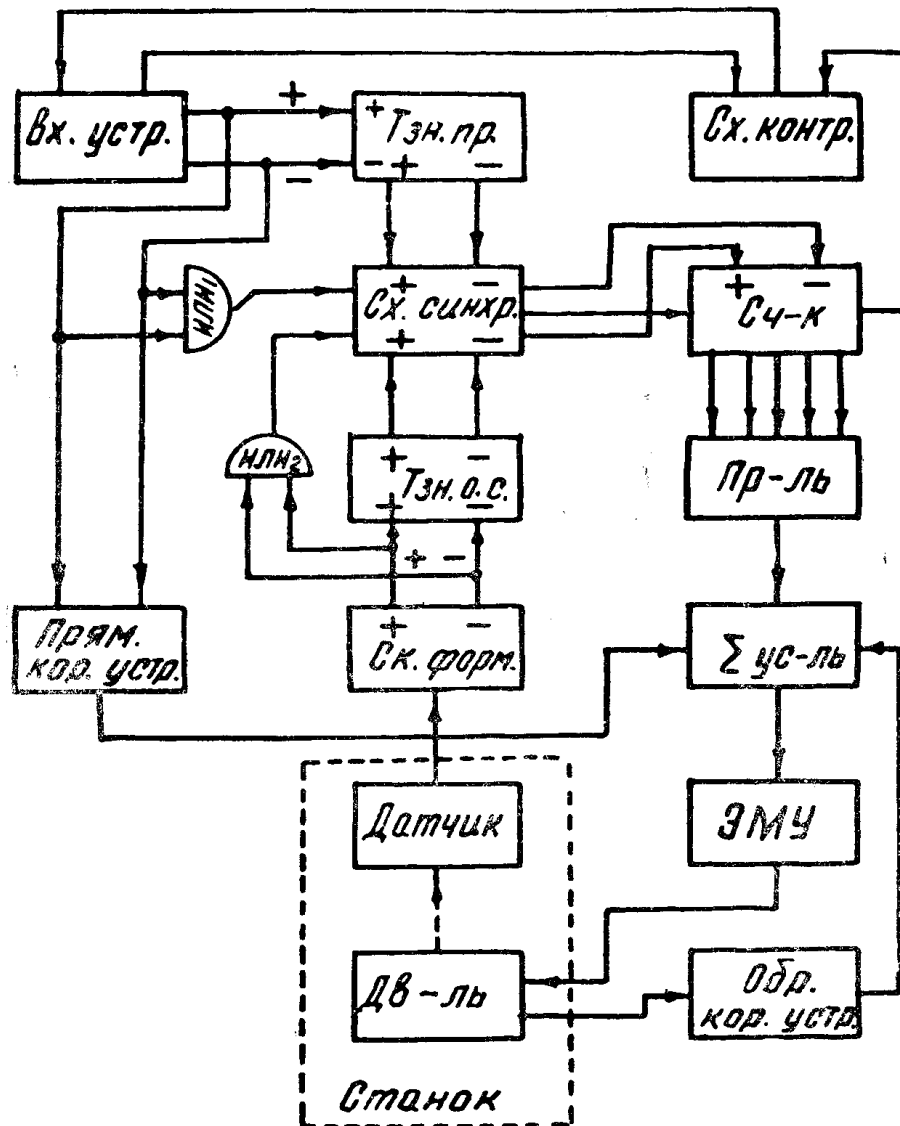


Рис. 3.

сигнал рассогласования вырабатывается в реверсивном счетчике, сравнивающим количество импульсов, поступающих от программы с импульсами, поступающими по цепи обратной связи. Импульсы программы поступают на счетчик через схему „ИЛИ₁“ и схему син-

хронизации. Эти же импульсы в зависимости от запрограммированного направления перемещения устанавливают триггер „Т_{зн. пр.}“ или в положение „+“, или в положение „-“. Коммутация счетчика на сложение или на вычитание производится схемой синхронизации так, что импульсы программы учитываются счетчиком в соответствии с положением триггера „Т_{зн. пр.}“. Точно так же учет импульсов обратной связи производится в соответствии с положением триггера „Т_{зн. обр. св.}“. Таким образом, в каждый момент времени в счетчике вырабатывается разница между заданным программой и фактическим перемещением исполнительного органа. Этот сигнал рассогласования выдается счетчиком в форме четырехразрядного двоичного числа (положительного или отрицательного) и подается на преобразователь цифра-ток. Сигнал рассогласования, усиленный суммирующим усилителем и ЭМУ, воздействует на двигатель.

Перемещение исполнительного органа измеряется фотоэлектрическим датчиком. Для формирования стандартных по форме импульсов обратной связи служит схема формирования. В ее функции также входит определение знака обратной связи.

Работа схемы синхронизации и реверсивного счетчика рассматривается ниже.

Схема синхронизации и реверсивный счетчик

Счетчик цифровой следящей системы собран по последовательной схеме и содержит пять разрядов (рис. 4). Связь между разрядами счетчика осуществляется через управляемые клапаны. При открытых клапанах „К₊“ счетчик работает на сложение, при открытых клапанах

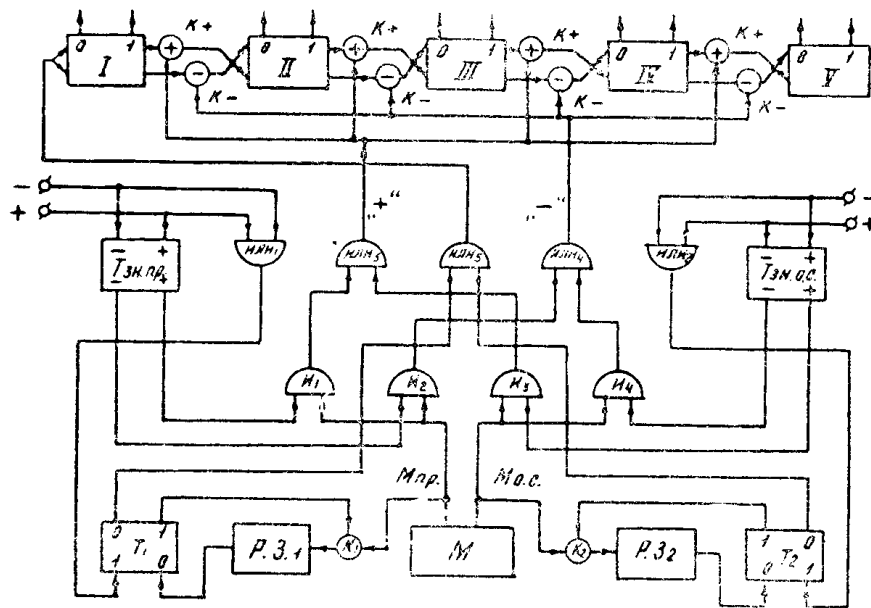


Рис. 4.

„К₋“ — на вычитание. Напряжение, управляющее клапанами, поступает с выхода схемы синхронизации. Схема синхронизации служит также для разнесения импульсов программы и обратной связи на время, большее разрешающего времени счетчика. В ее состав входят мультивибратор „М“, электронное реле задержки „РЗ₁“ и „РЗ₂“, два

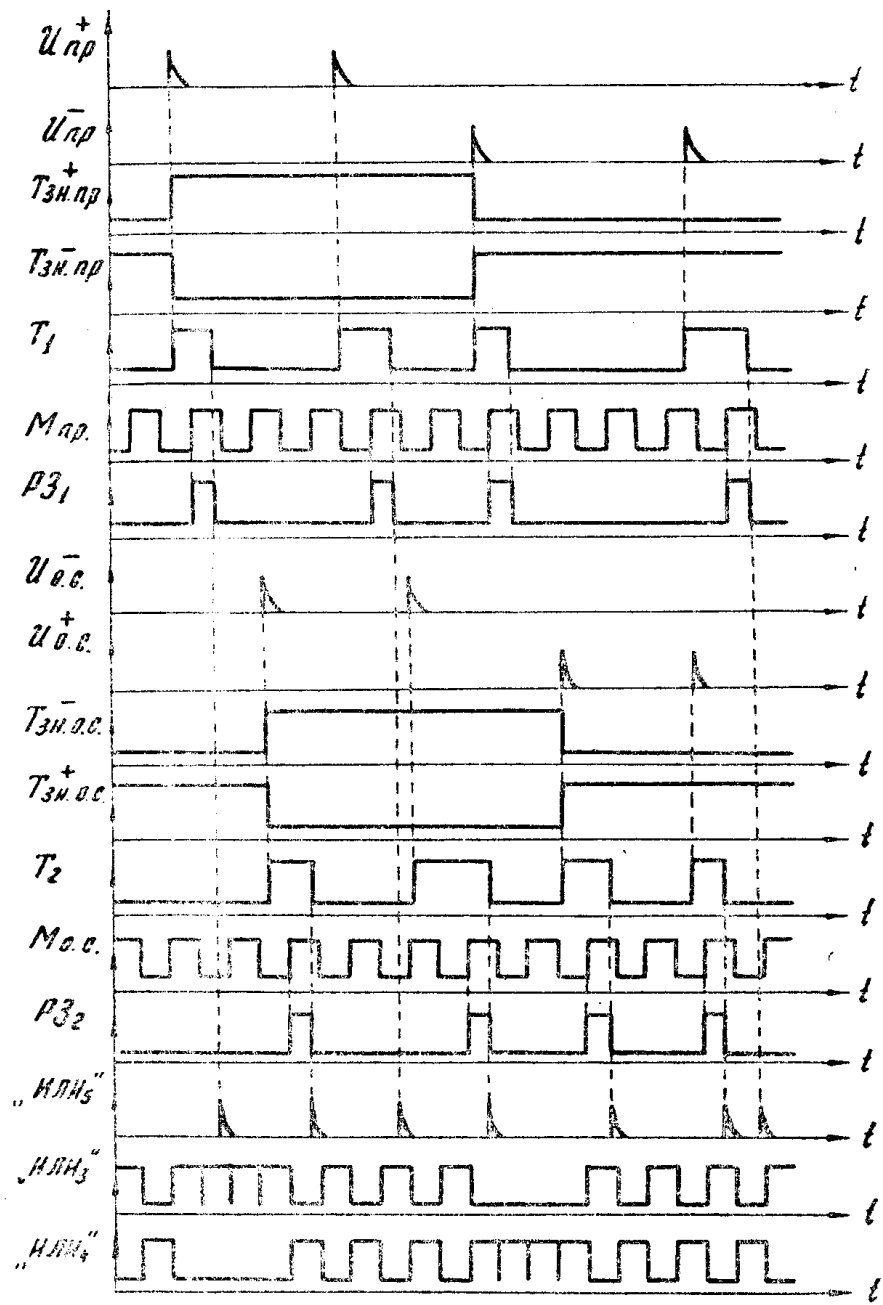


Рис. 5.

триггера „Т₁“ и „Т₂“, и логические элементы „ИЛИ₁“ — „ИЛИ₅“, „И₁“ — „И₄“.

Работой всей схемы управляет мультивибратор „М“. Его частота выбирается из условия $5 f_{\text{пр. макс.}} < F_M < \frac{1}{5 t_{\text{разр.}}}$.

где F_M — частота мультивибратора.

$f_{\text{пр. макс.}}$ — максимально возможная частота следования программных импульсов.

$t_{\text{разр.}}$ — разрешающее время счетчика.

Временная диаграмма работы элементов схемы синхронизации приведена на рис. 5. В зависимости от направления перемещения импульс программы поступает или на вход „+“, или на вход „—“ триггера „Т_{зн. пр.}“ и устанавливает его в соответствующее положение. Этот же импульс через схему „ИЛИ₁“ поступает на вход „1“ триггера Т₁ и устанавливает его в положение „1“. Высокое положительное напряжение с выхода „1“ этого триггера открывает клапан „К₁“, через который реле задержки „РЗ₁“ соединяется с мультивибратором. Ближайшим положительным импульсом с выхода мультивибратора „М_{пр.}“ запускается реле „РЗ₁“. Выдержка времени „РЗ₁“ выбирается

по условию $\frac{1}{4} T_M < T_{\text{р.з.}} < \frac{1}{2} T_M$. Этим же положительным импульсом

мультивибратора включаются схемы совпадения „И₁“ и „И₂“. В зависимости от положения триггера Т_{зн. пр.} высокое напряжение появляется или на выходе схемы „И₁“, или „И₂“. Через схемы „ИЛИ₃“, „ИЛИ₄“ это напряжение подается на клапаны счетчика. По окончании выдержки „РЗ₁“ происходит установка триггера „Т₁“ в положение „0“. При этом триггер „Т₁“ выдает через схему „ИЛИ₅“ на вход счетчика один импульс. В это время открыты или клапаны „К₊“, или „К₋“ в зависимости от положения триггера „Т_{зн. пр.}“. Таким образом, импульсы программы будут учитываться в соответствии с положением триггера „Т_{зн. пр.}“.

Вторая половина схемы (Т₂, РЗ₂, И₃, И₄, ИЛИ₂, Т_{зн. о.с.}) для сигналов обратной связи управляется напряжением мультивибратора с выхода „М_{о.с.}“ и работает аналогично.

Схемы синхронизации, построенные по описанному выше принципу, содержат минимум электронного оборудования и могут работать на частотах до нескольких кГц.

В статье описана система цифрового управления к фрезерному станку. Подобные системы с некоторыми несущественными изменениями могут быть использованы для управления токарными, револьверными, расточными, сверлильными, шлифовальными станками и другим самым разнообразным металлорежущим оборудованием.

Использование цифровых управляющих систем в заводской практике повышает культуру производства, приносит большой экономический эффект и является крупным шагом к полной автоматизации универсального металлорежущего оборудования.

Поступила в редакцию
в мае 1962 г.