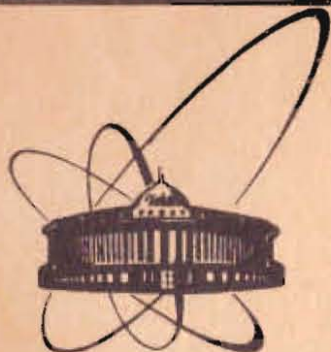


85-635



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

СЗЧЧ.Этс

6658/85

P10-85-635

В.А.Вагов, Г.Н.Зимин, В.М.Северьянов,  
А.П.Сиротин, А.С.Шелев

БЛОКИ УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ  
ПО ЗАДАННОЙ ПРОГРАММЕ ДВИЖЕНИЯ

1985

В настоящее время широкое применение в различных устройствах перемещения, гониометрах, которые часто используются в физических установках, находят шаговые двигатели ШД [1,2]. Они обладают широким диапазоном изменения скорости вращения до 25 к/с, обеспечивают достаточно высокую точность перемещения. Существующие блоки управления шаговыми двигателями в стандарте КАМАК позволяют изменять скорость в процессе движения аппаратно (по фиксированному закону), либо программно, от ЭВМ [3]. Однако это вносит существенные ограничения на динамику разгона и останова ШД. В некоторых установках весь период движения состоит из разгона и останова, поэтому актуальна задача сокращения времени перемещения на небольшое число шагов.

Эта задача решена в блоках управления шаговыми двигателями БУШД-1, БУШД-2, содержащих внутреннюю память для записи характеристик движения. Они позволяют управлять разгоном и останом двигателя по определенному закону без обращения к ЭВМ. Подстройка под различные типы шагового двигателя осуществляется программно. При использовании двигателей с другим количеством оборотов или при переходе на другой тип коммутации обмоток замена производится только коммутатором обмоток, выполненный отдельным блоком.

БУШД-1 ориентирован на выполнение специальной задачи перемещения шибера, который с регулируемой задержкой от старта реактора открывает пучок. Блок-схема БУШД-1 представлена на рис.1.

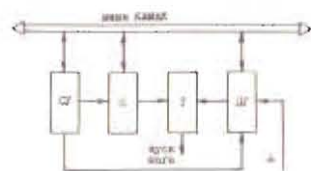


Рис.1.

"шаг шага" реализуются таймером Т. Контроль за состоянием датчиков (датчик шага, правый концевик, левый концевик), синхронизация со стартами реактора, автоматическое перемещение шибера между концевиками при помощи шагового двигателя осуществляет программное устройство ПУ. БУШД-1 имеет следующую систему команд:

F0A0	- чтение данных, "+1" в регистр адреса П,	$Q = \bar{L}$ ;
F0A1	- чтение регистра адреса П	$Q = I$ ;
F0A2	- чтение регистра управления	$Q = I$ ;
F0A3	- чтение регистра запросов (LAM)	$Q = I$ ;
F8A0	- проверка L	$Q = L$ ;
F10A0	- сброс L	$Q = 0$ ;



F16A0	- запись данных в П, "+1" к адресу П	, Q = $\bar{1}$	;
F16A1	- запись регистра адреса П	, Q = 1	;
F16A2	- запись регистра управления	, Q = 1	;
F24A0	- запрет управления	, Q = 0	;
F26A0	- разрешение движения	, Q = 0	.

Регистр управления БУЩ-1 содержит 8 разрядов:

- 1 разряд - разрешение запроса при достижении шибера правого концеви-ка;
- 2 разряд - разрешение запроса при достижении шибера левого концеви-ка;
- 3 разряд - разрешение запроса по выполнению шага;
- 4 разряд - направление движения;
- 5 разряд - разрешение запроса по отказу, т.е. либо шаг не отработан за определенное время, либо автоматическое перемещение между концевиками выполнено с ошибкой;
- 6 разряд - разрешение запроса при переполнении адреса П;
- 7,8 разряды - режимы работы: 00 - движение осуществляется по одному шагу без датчика шагов, 01 - движение осуществляется по одному шагу с датчиком шагов, 10 - автоматическое движение между концевиками, 11 - автоматическое движение между концевиками синхронно со стартами реактора.

Разряды регистра запросов имеют следующее назначение:

- 1 разряд - запрос по достижении правого концевика;
- 2 разряд - запрос по достижении левого концевика;
- 3 разряд - запрос по выполнению шага;
- 4 разряд - запрос по невыполнению шага за определенное время;
- 5 разряд - запрос по ошибке выполнения автоматического перемещения между концевиками;
- 6 разряд - запрос по переполнении адреса П;
- 7,8 разряды - соответственно состояние правого и левого концевиков.

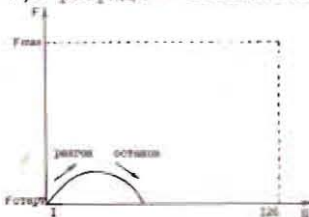


Рис.2.

На рис.2 отражена диаграмма движения, где  $N$  - номер шага ШД,  $F$  - значение частоты, соответствующее записанному в П коду задержки между шагами. В автоматическом режиме движение начинается с частоты  $F_{\text{старт}}$  с последующим разгоном и остановом. После выполнения определенного количества шагов, значение которого записано в П по адресу 0, шибер должен достичь концевика. Максимальное количество шагов ограничено 126. ПУ автоматически меняет направление движения и после регулируемой задержки от старта реактора, значение которой записано в П

по адресу 2,3, управляет перемещением в исходное положение к другому концевику. При обнаружении ошибки ПУ выставит запрос в регистре запросов, и движение будет прекращено.

БУЩ-1 имеет следующие характеристики:

- фиксированная задержка от старта реактора - 150 мс;
- регулируемые задержки от старта реактора, между шагами двигателя - 50 мкс + 1,5 с;
- количество шагов - 126.

БУЩ-2 ориентирован на выполнение задачи отработки двигателем заданного количества шагов. Блок-схема БУЩ-2 представлена на рис.3.

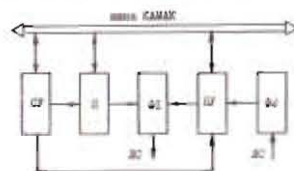


Рис.3.

Схема управления реализует систему команд, аналогичную БУЩ-1. В памяти блока П емкостью 1024x8 бит хранятся четыре типа программ движения. Свободную область П можно использовать для формирования кода положения ШД. Формирователь Ф1 предназначен для передачи по последовательной линии связи ЛС кода номера шагового двигателя, направления движения, либо кода задержки между шагами к коммутатору ШД. ЛС выполнена либо на оптическом, либо на коаксиальном кабеле. Формирователь Ф2 принимает информацию о состоянии шагового двигателя и инициирует послку в ЛС следующего кода задержки. После выполнения заданного количества шагов движение прекращается, и блок вырабатывает запрос к ЭВМ. Программное устройство ПУ контролирует отработку заданного количества шагов, состояние ШД.

На рис.4 представлена диаграмма движения ШД, где  $N$  - номер шага двигателя,  $F$  - значение частоты, соответствующей записанному в П коду задержек между шагами. Режим 1 соответствует перемещению на < 476 шагов, т.е. все время движения состоит из разгона и останова. Режим 2 отражает перемещение на < 65535 шагов, при этом за первые 238 шагов проходит разгон (частота меняется от  $F_{\text{старт}}$  до  $F_{\text{max}}$ ), а за последние 238 шагов проходит останов (частота меняется от  $F_{\text{max}}$  до  $F_{\text{старт}}$ ). Количество шагов записано в П по адресу 0,1.

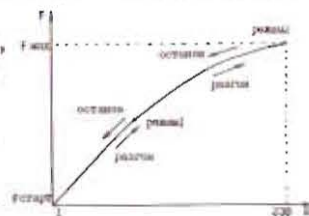


Рис.4.

Регистр управления состоит из 8 разрядов: 1 + 5 разряды - номер шагового двигателя от 0 до 31, кроме того, 5 разряд - разрешение запроса при переполнении адреса П при заполнении П от ЭВМ; 6 разряд - разрешение запроса от шагового двигателя;



7 разряд - разрешение запроса по завершении движения;

8 разряд - направление движения.

Регистр запросов состоит из 10 бит:

1 + 8 разряды - статусная информация от ШД;

9, 10 разряды - номер принимаемого байта.

БУЩ-2 имеет следующие характеристики:

- количество двигателей до 32;
- двигатели можно разбить на четыре группы по типу диаграмм движения;
- частота меняется в диапазоне от  $F_{\text{старт}}$  до  $25 \times F_{\text{старт}}$  с дискретностью не хуже 10%;
- $F_{\text{старт}}$  меняется аппаратно от 1 до 100 Гц;
- количество шагов до 65535;
- ЛС - либо оптический, либо коаксиальный кабель.

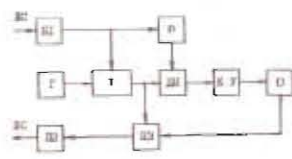


Рис.5.

Блок-схема коммутатора ШД представлена на рис.5. Преобразователи П1, П2 служат для связи с БУЩ-2. Номер шагового двигателя от 0 до 7, направление движения запоминаются в регистре Р. Таймер Т обрабатывает код задержки между шагами двигателя. Генератор Г вырабатывает серию базовых частот для таймера. Дешифратор номера ДН двигателя выбирает коммутатор-ускоритель КУ заданного ШД. Схема ПЗ контролирует состояние концевиков, выбранного двигателя Д, проверяет наличие питания, готовность всех соединений. После отработки шага коммутатор передает сообщение в БУЩ-2, что является запросом на посылку информации о следующем шаге.

Описанные выше блоки выполнены в стандарте CAMAC. Каждый блок представляет собой станцию IM. С 1984 года они применяются при построении автоматизированных систем управления в ДИФ.

#### Литература

1. "Системы с шаговыми двигателями". Под ред. проф. М.Г.Челюпина. М.-Л "Энергия", 1984, с.136.
2. А.В.Иванов-Смоленский "Электрические машины" М. "Энергия", 1960, с.925.
3. М.Плюшко, Р.Язык. "Интерфейс шагового двигателя в стандарте CAMAC" В кн.: "Международный симпозиум по ядерной электронике", Братислава, 1983, с.149.

Рукопись поступила в редакционный отдел  
21 августа 1985 года.

Вагов В.А. и др.

P10-85-635

Блоки управления шаговыми двигателями  
по заданной программе движения

Рассмотрены два типа блоков управления шаговыми двигателями: БУЩ-1, БУЩ-2, коммутатор четырехтактных шаговых двигателей. Они обеспечивают разгон, останов и движение выбранного двигателя на заданное количество шагов по программе, записанной в памяти блока. Программа движения записывается ЭВМ через CAMAC и может быть изменена при переходе на другой тип шагового двигателя. Наибольший выигрыш по времени данные блоки обеспечивают при движении на небольшое число шагов. БУЩ-2 позволяет поочередно управлять 32 шаговыми двигателями, объединенными в 4 группы по типу динамической характеристики.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1985

Перевод Т.Ф.Дроздовой

Vagov V.A. et al.

P10-85-635

Control Blocks of Stopper Motors  
by the Given Motion Program

BUSD-1 and BUSD-2 types of control blocks of stepper motors, commutator of 4-stroke stepper motors are considered. They ensure acceleration, stopping and motion of the chosen stepper motor for the given step quantity by the program recorded in the block memory. The program of motion is recorded by computer via CAMAC and could be varied at the transition to other type of stepper motor. These blocks are most advantageous as to time consumption when moving to small quantity of steps. BUSD-2 permits to control alternately upto 32 stepper motors united in 4 groups by a type of dynamic characteristics.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1985