

контура, в которых под действием импульсов тока, поступающих с анодов диодов $VD1$ – $VD3$, возникают затухающие колебания.

Наблюдение затухающих колебаний в резонансных контурах осуществляется с помощью внешнего монитора, подключенного к компьютеру, запрограммированного работать в виде трехканального виртуального осциллографа. Своим входом он соединён, с помощью соединительного кабеля, к выходам блока БОС.

С помощью блоков БОС и ПК задаётся частота, длительность работы и величина тока. Частота должна быть такой, чтобы колебательный затухающий процесс в одной обмотке электродвигателя был практически завершённым перед началом следующего.

Более подробно работа на подобной установке пояснена в работе [2].

Литература

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники // Пер. с английского под ред. М.В. Гальперина. – Изд. 3-е стереотипное. Т. 1. – Москва, 1986. – С. 325–360.
2. Михальцевич Г.А., Ивашко О.М. Приставка к персональному компьютеру для проверки исправности электродвигателей с блоком обработки сигналов // Актуальные проблемы энергетики: материалы докладов 63-й научн.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов / БНТУ. – Минск, 2008. – С. 305–308.

УДК 621.3

СИСТЕМЫ ПРЯМОГО ПРИВОДА. ЛИНЕЙНЫЙ ШАГОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Ефимцев В.С., Титов В.В.

Научный руководитель – ЖУКОВСКАЯ Т.Е.

Прямой привод – это электрическая машина с непосредственным преобразованием электромагнитной энергии в линейное или поворотное перемещение.

С инженерной точки зрения двигатель прямого привода представляет собой развернутую в декартовой или сферической системе координат электромагнитную систему, индуцирующую стоящее или бегущее пространственное магнитное поле. Управляя силами магнитного взаимодействия пространственного поля подвижного элемента системы с полем неподвижного элемента, можно реализовать перемещение подвижного элемента по траектории практически любой сложности в первой или второй системе координат.

Системы прямого привода подразделяются на линейные и поворотные двигатели (платформы), и специальные многокоординатные системы. Другие типы двигателей прямого привода имеют крайне ограниченное применение. Наиболее распространенные системы прямого привода представлены на рисунке 1.

Основные достоинства систем прямого привода:

- максимально высокие показатели точности (до 0,00001 мм) и повторяемости;
- способность создавать большой момент (до 50000 Нм) и, как следствие этого, возможность развития значительных ускорений, в том числе под нагрузкой;
- устойчивость всех основных электромагнитных и механических характеристик во время работы;
- компактность, легкость и надежность конструкции (в прямом приводе отсутствует трансмиссия и другие традиционные элементы – редукторы, механизмы передачи, муфты, подшипники, сальники, опорная рама и т. д.);
- низкие уровни шума и вибрации;
- простота и удобство монтажа;

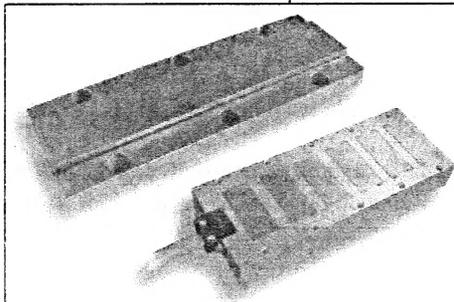
СИСТЕМЫ ПРЯМОГО ПРИВОДА

Линейные и поворотные
двигатели

Специальные многокоординатные
системы

Линейные двигатели

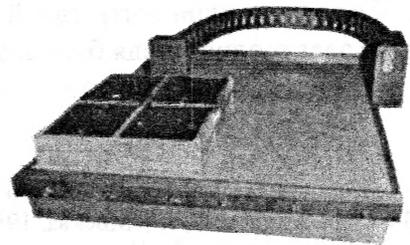
Поворотные двигатели



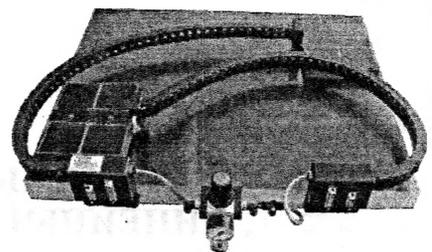
Якорь и магнитная
дорога синхронного
двигателя



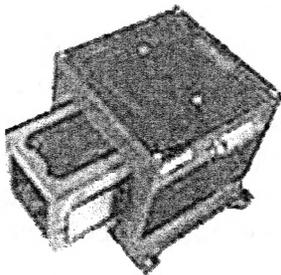
Линейный
синхронный
двигатель



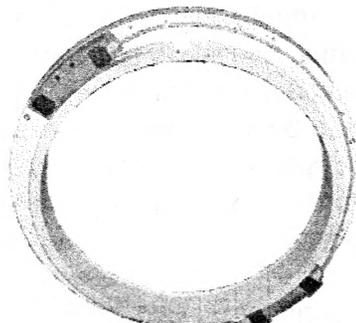
2-х координатный линейный
планарный двигатель



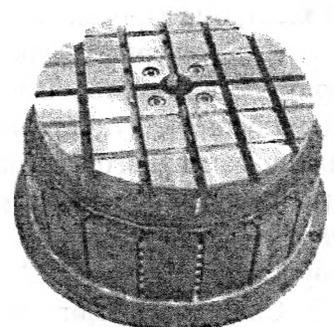
Планарный прямой привод
с двумя 2-х координатными
якорями на статорном основании



Линейный шаговый
Z двигатель
(подъемная ось)



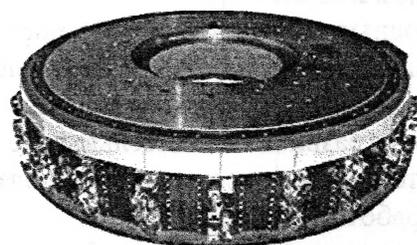
Сегментный поворотный
двигатель



Поворотный синхронный
двигатель



Линейный шаговый
мотор уголкового типа



Высокомоментный синхронный
поворотный двигатель

Рис. 1. Наиболее распространенные системы прямого привода

– вследствие отсутствия трущихся частей компоненты двигателя прямого привода не подвержены износу, а значит, заданная точность обеспечивается на протяжении всего срока службы оборудования;

– двигатель прямого привода не нуждается в смазке и практически не требует технического обслуживания.

Основные области применения систем прямого привода:

- транспортное оборудование;
- упаковочное оборудование;
- координатные столы;
- сварочное оборудование;
- лабораторное оборудование;
- медицинская техника;
- многофункциональные обрабатывающие центры;
- автоматизированные сборочные линии;
- многокоординатные обрабатывающие станки;
- устройства точного позиционирования;
- технологическое оборудование для микроэлектронной промышленности.

История линейных двигателей началась с создания в 1910 г. во Франции модели вагона на магнитном подвесе и создания профессором Томского технологического института Б.П. Вайнбергом в 1911 г., поезда на магнитной подушке, который приводился в движение синхронным линейным электродвигателем. Проведенные в России и во Франции опыты (1911–1913 гг.) доказали возможность практического использования линейных двигателей в транспортных системах, однако, в связи с недостатками, такими как низкая мощность и большой расход электроэнергии их массовое применение было неоправданно дорого. Новый этап в развитии линейных двигателей связан с созданием редкоземельных высококоэрцитивных магнитов с большой удельной энергией и разработкой эффективной технологии их производства это позволило сделать серийное производство синхронных роторных и линейных двигателей экономически оправданным.

Построение координатных электромагнитных модулей в шаговом электроприводе осуществляется по модульному принципу, при этом различают:

– элементарный модуль – магнитная система с зубчатыми полюсами, фазной обмоткой или фазными обмотками управления и источником возбуждения. Его нельзя разделить на одинаковые части;

– фазный модуль состоит из одного или нескольких элементарных модулей, содержит минимальный и достаточный набор зубчатых полюсов, источников возбуждения и фазных обмоток. Основные конструкции фазных модулей (рисунок 2а).

Линейный шаговый двигатель состоит из индуктора и статора. Индуктор двигателя обычно выполняется двухфазным и содержит $2N$ элементарных модулей: α_{EM} и β_{EM} , где N – число элементарных двигателей. Наиболее распространена конструкция без индуктивной связи между модулями элементарного двигателя. Модуль (рисунок 2б) состоит из двух шихтованных П-образных сердечников, охваченных катушкой, и постоянного магнита возбуждения между сердечниками. На якоре и статоре нарезаны зубцы с периодом T_Z . Зубцовые структуры полюсов модуля α_{EM} имеют взаимный сдвиг: 1а полюс – 0; 2а полюс – $T_Z/2$, или π ; 3а полюс – 0; 4а полюс – $T_Z/2$, или π . Зубцы второго модуля β_{EM} элементарного двигателя также сдвинуты по отношению к 1 полюсу модуля α_{EM} на: 1β полюс – $T_Z/4$, или $\pi/2$; 2β полюс – $3T_Z/4$, или $3\pi/2$; 3β полюс – $T_Z/4$, или $\pi/2$; 4β полюс – $3T_Z/4$, или $3\pi/2$. Фазы двигателя образуются последовательным или параллельным включением одноименных катушек модулей.

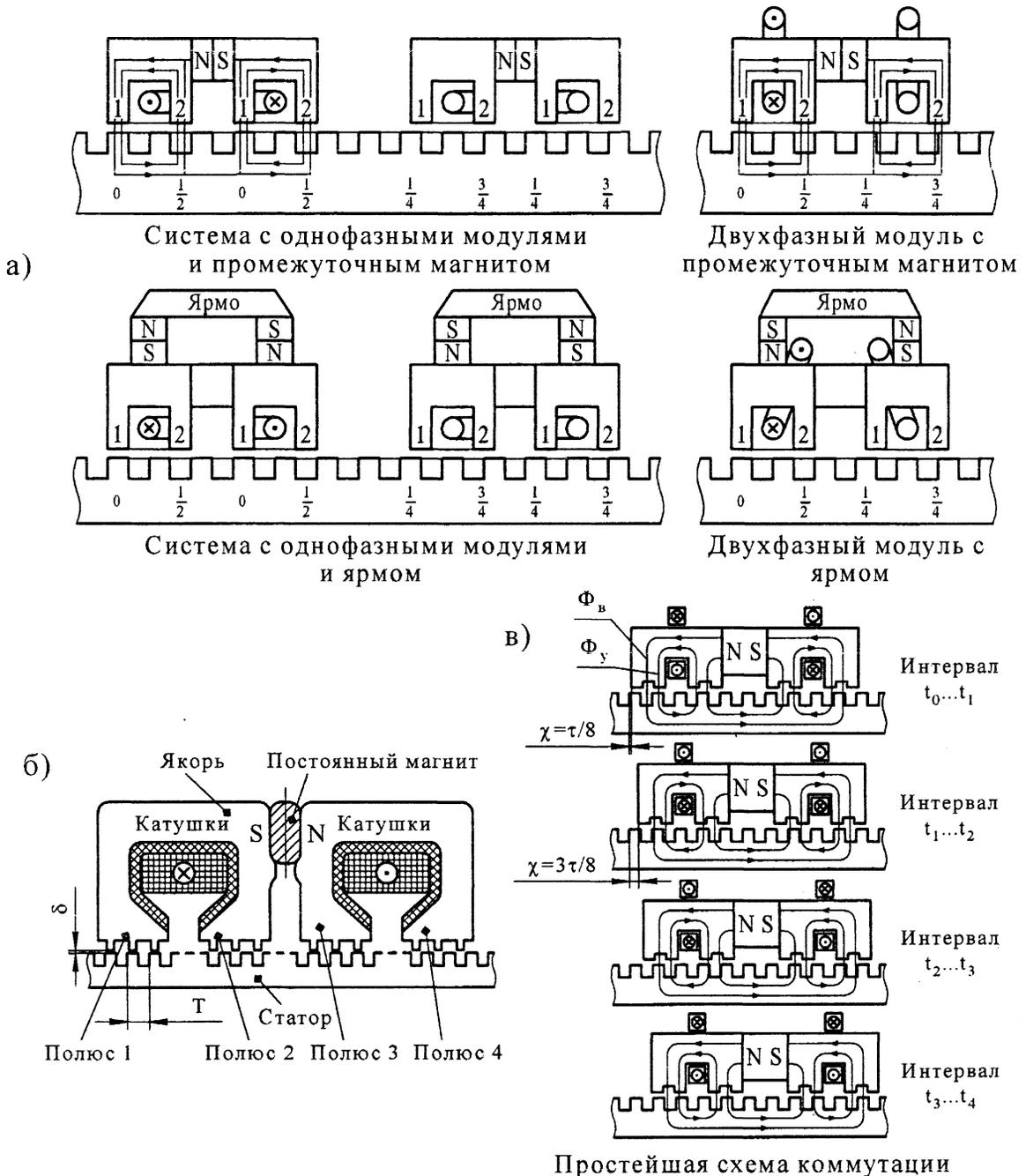


Рис. 2. Конструкция и принцип работы линейного шагового двигателя

Принцип действия элементарных электромагнитных модулей движения.

Цикл коммутации (рисунок 2в) протекает за четыре последовательных периода времени: $t_0 - t_1$, $t_1 - t_2$, $t_2 - t_3$, $t_3 - t_4$. Каждый период времени определяет электрическое состояние обмоток, которое вновь повторяется лишь через цикл коммутации. Каждому электрическому состоянию обмоток соответствует определенное сочетание направленности потоков управления Φ_y , тогда как направленность потока возбуждения Φ_B в контуре постоянного магнита остается неизменной. В результате каждому электрическому состоянию обмоток соответствует пара возбужденных полюсных выступов (полюсов), в которых потоки Φ_y и Φ_B совпадают по направлению, и пара невозбужденных полюсов, в которых потоки Φ_y и Φ_B , направлены встречно.

В случае одновременного возбуждения двух полюсов устойчивое положение всего модуля определяется средним положением между двумя устойчивыми положениями отдельно взятых возбужденных полюсов. На рисунке 2в показано, как с каждой сменой электрического состояния в цикле коммутации, меняются сочетания пар возбужденных и невозбужденных полюсов. При этом модуль смещается каждый раз на шаг, равный $1/4$ зубцового деления τ или в пересчете на электрические углы – на $\pi/2$ электрических радиан.

В заключение хотелось бы отметить, что в последнее время системы прямого привода получают все более широкое применение во всех областях техники, заменяя собой традиционные приводы, такие как передачи винт-гайка, гидропривод и др. По прогнозам экспертов, к 2010 г. в мире более 40 процентов всех обрабатывающих станков будет оснащаться двигателями прямого привода.

Литература

1. Карпович С.Е., Жарский В.В., Ляшук Ю.Ф., Межинский Ю.С. Прецизионные координатные системы на основе электропривода прямого действия. – Минск: ГНПКТМ «Планар», 2001. – 198 с.
2. Ляшук Ю.Ф. Линейный шаговый электропривод для прецизионного оборудования. – Минск: УП «Технопринт», 2002. – 119 с.
3. Межинский Ю.С. Построение систем перемещений для гибкого автоматизированного оборудования. – Минск: УП «Технопринт», 2002. – 120 с.
4. Интернет-портал ЗАО «Сервотехника» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.servotechnica.ru>. – Дата доступа: 25.03.2008.
5. Интернет-портал ООО «Рухсервомотор» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ruchservomotor.com>. – Дата доступа: 25.03.2008.

УДК 621.357.74:669

ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ И СИГНАЛИЗАТОРЫ

Нефёдова А.А., Королёва О.Г., Концелярчик А.И., Тамилович Т.М.
Научный руководитель – **МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.**

В условиях современных промышленных предприятий опасные концентрации газов и паров в воздухе рабочей зоны могут создаваться за короткие сроки, и процесс возникновения опасной ситуации носит случайный характер. Поэтому автоматический контроль загазованности воздуха рабочей зоны становится необходимым элементом контроля и управления технологическими процессами. Для этой цели предназначены автоматические газоанализаторы контроля предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе и сигнализаторы дозврывоопасных концентраций горючих газов и паров, которые применяют самостоятельно и в системах защиты и сигнализации.

Автоматический газовый анализ, в частности анализ воздуха, представляет собой совокупность операций, осуществляемых газоаналитическими приборами автоматически, без участия человека. При контроле воздушной производственной среды широко применяют два типа газоаналитических приборов: сигнализаторы и газоанализаторы.

Сигнализатор – прибор, осуществляющий только сигнализацию о достижении заранее установленного значения концентрации анализируемого компонента (или их суммы) и не предназначенный для количественной оценки фактической концентрации до или после срабатывания сигнализатора [1]. Для обеспечения взрывобезопасности технологических процессов используют автоматические сигнализаторы дозврывоопасных концентраций – приборы, осуществляющие автоматический контроль концентрации горючих газов, паров и их смесей в воздухе и выдачу сигналов о достижении заранее установленного интервала значений дозврывоопасных концентраций.