

Системы прямого привода
СП «Рухсервомотор»
(Германия — Беларусь)



ЛУЧШИЕ МИРОВЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ

СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ

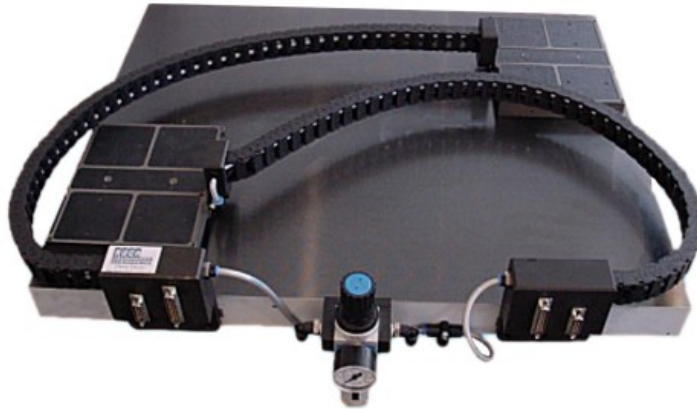
ЖУРНАЛА «ОБОРУДОВАНИЕ: РЫНОК, ПРЕДЛОЖЕНИЕ, ЦЕНЫ» И КОМПАНИИ «СЕРВОТЕХНИКА»



ОБОРУДОВАНИЕ РЫНОК, ПРЕДЛОЖЕНИЕ, ЦЕНЫ



Сервотехника



Системы прямого привода «Рухсервомотор»

Прямой привод

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.

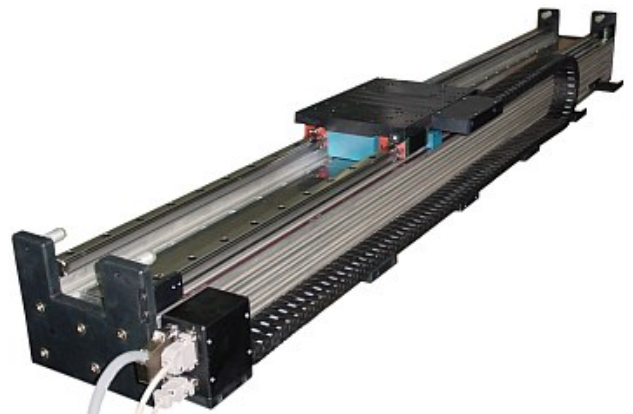
Системы прямого привода подразделяются на линейные и поворотные двигатели (платформы) и специальные многокоординатные системы (наиболее известный вариант — двухкоординатный планарный мотор). Другие типы двигателей прямого привода имеют крайне ограниченное применение.

В классическом исполнении линейного двигателя якорь, питаемый от источника переменного тока, перемещается над статором, состоящим из стальной пластины и постоянных магнитов (т. н. магнитная дорога), вследствие взаимодействия переменного поля якоря со статическим полем статора.

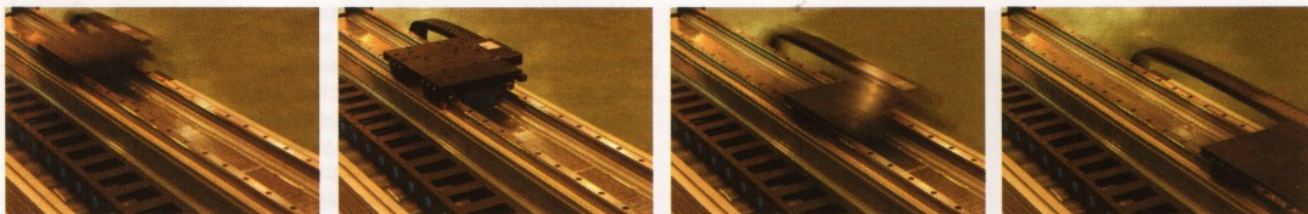
Поворотные платформы (поворотные двигатели) представляют собой электромагнитную систему, в которой в зависимости от исполнения подвижной частью может быть как якорь, так и статор. В последнем случае якорь закрепляется неподвижно, а перемещение совершает подвижное статорное кольцо.

Частными случаями поворотного двигателя являются кольцевой и сегментный двигатели.

Сегментный синхронный двигатель состоит из нескольких сегментов статора с трехфазной системой обмоток и ротора с запрессованными редкоземельными постоянными магнитами. Равномерность вращения в сегментном двигателе достигается благодаря синусоидальной коммутации токов в фазах двигателя. Усилие на ротор передается непосредственно через воздушный зазор, что исключает износ движущихся частей. Главные достоинства сегментного двигателя — полый вал большого диаметра и низкая стоимость при больших диаметрах ротора.



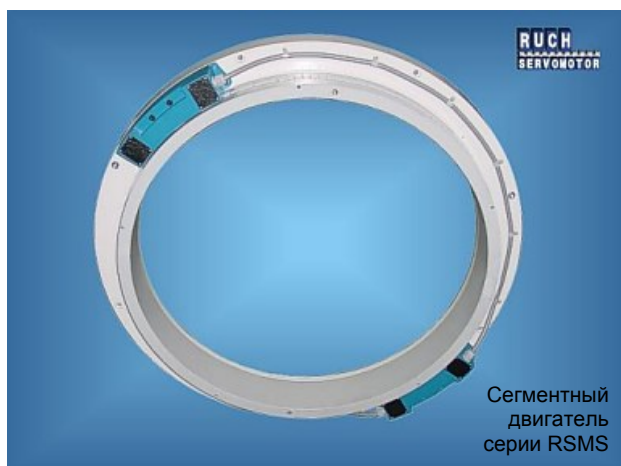
Линейный
двигатель
серии LSM-32



В машиностроении сегодня применяются преимущественно синхронные линейные и поворотные двигатели на редкоземельных магнитах*. По сравнению с асинхронными они обладают значительно большей мощностью и лучшими динамическими характеристиками.

Основные достоинства систем прямого привода:

1. Максимально высокие показатели точности (до 0,00001 мм) и повторяемости.
2. Способность создавать больший момент (до 50000 Нм) и, как следствие этого, возможность развития значительных ускорений, в том числе под нагрузкой.
3. Устойчивость всех основных электромагнитных и механических характеристик во время работы.



4. Компактность, легкость и надежность конструкции (в прямом приводе отсутствует трансмиссия и другие традиционные элементы — редукторы, механизмы передачи, муфты, подшипники редуктора, сальники, опорная рама и т. д.).
5. Вследствие отсутствия трущихся частей компоненты двигателя прямого привода не подвержены износу, а значит, заданная точность обеспечивается на протяжении всего срока службы оборудования.
6. Низкие уровни шума и вибрации.
7. Простота и удобство монтажа.
8. Двигатель прямого привода не нуждается в смазке и практически не требует технического обслуживания.

Поэтому можно заключить, что прямой привод является не только самым оптимальным преобразователем электрической энергии в механическое перемещение, но и самым надежным с технической точки зрения электродвигателем.

По прогнозам экспертов, к 2010 году в мире более 40 процентов всех обрабатывающих станков будут оснащаться двигателями прямого привода.

Из истории создания двигателя прямого привода

Первые работы по созданию линейного двигателя начались одновременно в Германии,

Франции и России еще в начале XX века. В 1910 году во Франции была построена первая модель вагона на магнитном подвесе. Практически в это же время, в 1911 году Б. П. Вайнберг, профессор Томского технологического института, сконструировал поезд на магнитной подушке, который приводился в движение синхронным линейным электродвигателем. В том же году профессор Вайнберг построил и экспериментальную стендовую модель с макетом вагона весом 10 кг.

Опыты, проведенные в России и во Франции в 1911-1913 годах, оказались успешными и доказали практическую возможность использования линейных двигателей в транспортных системах, при том что силовой полупроводниковой электроники в те времена еще не существовало.

Недостатками первых прототипов систем прямого привода были низкая мощность и большой расход электроэнергии, связанные с низким качеством элементной базы. Это делало неоправданно дорогим их массовое применение.

Новый этап в истории создания линейных двигателей связан с открытиями в области физики твердого тела, физической химии, магнетохимии, коллоидной химии, радиохимии, порошковой металлургии и других отраслей знаний, когда стало возможно производство редкоземельных магнитов с уникальными характеристиками, например с плотностью магнитного потока, достигающего 3 Тл!

Эффективная технология производства таких магнитов сделала экономически оправданным серийное производство синхронных роторных и линейных двигателей и позволила вплотную подойти к созданию платформы для технического перевооружения всей современной промышленности.

Первый современный вариант двигателя прямого привода был запатентован американским инженером Брюсом Соьером (Bruce Sawyer) в 1969 году. В патентной заявке на «магнитное устройство позиционирования» («Magnetic Positioning Device») был описан вариант двухкоординатного планарного привода на магнитовоздушной подушке, принципиальная схема которого впоследствии была признана классической.

Устройство Брюса Соьера предназначалось для использования в полиграфии — при производстве клише, в качестве метчика или копировального станка.



*Редкоземельные магниты — это магниты, произведенные с добавлением элементов лантаноидной группы. Два элемента этой группы, наиболее часто используемые при производстве постоянных магнитов, являются неодим (Nd) и самарий (Sm). Существует большое количество смесей и сплавов с этими элементами, но наиболее часто используются сплавы неодим-железо-бор (Nd-Fe-B) и самарий-кобальт (SmCo). Применяются в микроэлектронике, СВЧ-и радиоэлектронике электротехнике электромашиностроении, в т. ч. в синхронных роторных и линейных двигателях.



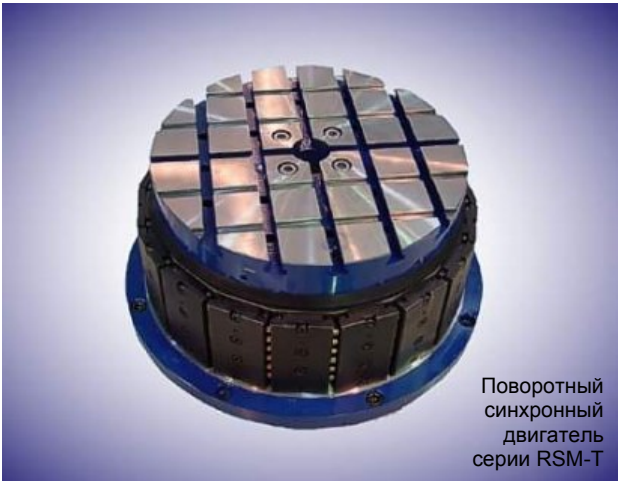
Поворотный синхронный двигатель серии RSM-

По своим техническим параметрам система превосходила распространенные тогда устройства на шаговых двигателях, но цена ее оказалась слишком высокой. Неудачный выбор предполагаемой области использования (полиграфия) и сложная система управления приостановили процесс продвижения инновационного решения почти на десять лет.

Все изменилось в начале 80-х годов, когда стремительное развитие компьютерной техники потребовало создания новых высокопроизводительных линий по производству электронных компонентов.

Электронная промышленность выступала как основной заказчик и как основной потребитель компьютерных комплектующих, она же требовала в первую очередь новых технологий производства электронных компонентов. Мощный стимул развития получила робототехника как единственное эффективное средство полной автоматизации производства.

Планарный двигатель на магнетовоздушной подушке (двухкоординатная синхронная машина) получил массовое распространение — в автоматах посадки и монтажа кристаллов, тестерах кремниевых пластин, скрайберах и т. д.



Поворотный синхронный двигатель серии RSM-T

Он стал основным элементом транспортных систем в устройствах автоматизации производства электронных компонентов. Можно утверждать, что сама отрасль производства микрокомпонентов появилась благодаря внедрению точных и высокопроизводительных линейных двигателей.

Системы прямого привода получают в настоящее время все более широкое распространение практически во всех областях промышленного производства — в энергетике, транспортной отрасли,

машиностроении. Производительность станков и механизмов с традиционным электроприводом приблизилась к предельной, поэтому дальнейшее улучшение производственных и технических характеристик машин требует перехода на принципиально иную технологическую платформу.

По цене прямой привод уже практически сравнялся с прецизионным приводом на шариковых парах, но при этом значительно превосходит его по скорости перемещения и ряду других параметров, а в сравнении с зубчатой передачей двигателя прямого привода имеют преимущество в точности, повторяемости и сроке службы.

Поэтому для современного высокотехнологичного предприятия, развивающего собственное производство и сталкивающегося с вопросами модернизации или автоматизации оборудования, повышения качества продукции и производительности труда, самым эффективным решением на сегодняшний день является применение систем прямого привода



Трёхкоординатный фрезерно-гравировальный станок на линейных двигателях

Прямая речь

Владимирский завод фрезерных станков «Техника» разработал и серийно производит шлифовальные станки с ЧПУ мод. SWaAGL 125CNC для наружной обработки подшипниковых колец. Они оснащаются синхронным линейным двигателем производства «Рухсервомотор». Опыт применения однозначно показал техническую обоснованность и перспективность использования линейного (прямого) привода в высокоточных обрабатывающих системах.

При значительном упрощении механики станка мы смогли получить чистоту обрабатываемой поверхности до Ra 0,2. Стабильно получаемая точность до 0,001 мм позволяет отказаться от применения средств активного контроля. Применение синхронного линейного двигателя обеспечивает плавное перемещение даже на сверхнизких скоростях (до 0,002 мм/мин.), что необходимо при шлифовке вязких материалов.

Очевидно, что линейный (прямой) привод значительно расширяет технологические возможности и повышает конкурентоспособность станков и оборудования для машиностроения.

В ближайшее время будут запущены в серийное производство новые модели станков с использованием современных приводов прямого действия, и уже в мае на выставке «Металлообработка-2006» планируется представить перспективную модель станка с ЧПУ SWaAGL 125P для обработки роликов со сложной геометрией поверхности. Станки новой серии будут оснащаться двумя синхронными линейными приводами производства «Рухсервомотор» и несомненно вызовут большой интерес у производителей подшипников, особенно для железнодорожного транспорта

Н. В. Тюрин
Зам. ген. директора ООО ВЗФС «Техника»

Системы прямого привода от СП «Рухсервомотор»

История создания компании «Рухсервомотор» относится к 1989 году и тесно связана с реализацией всесоюзной научно-технической программы «Время» под эгидой Академии наук СССР и при личном участии академика Л. В. Ди-мерчана и профессора МЭИ Б. А. Ивоботенко.

Программой предусматривалась, в том числе, разработка новой технологической платформы для производства электронных компонентов и создание новых систем электропривода. Идейным вдохновителем программы был к.т.н. Е. И. Белявский, впоследствии ставший одним из основателей компании «Рухсервомотор».

В 1991 году в Минске регистрируется научно-исследовательский центр «Рух». Основным направлением деятельности центра было проектирование и производство линейных двигателей, а также разработка различных инженерно-технических решений на базе прямого привода.

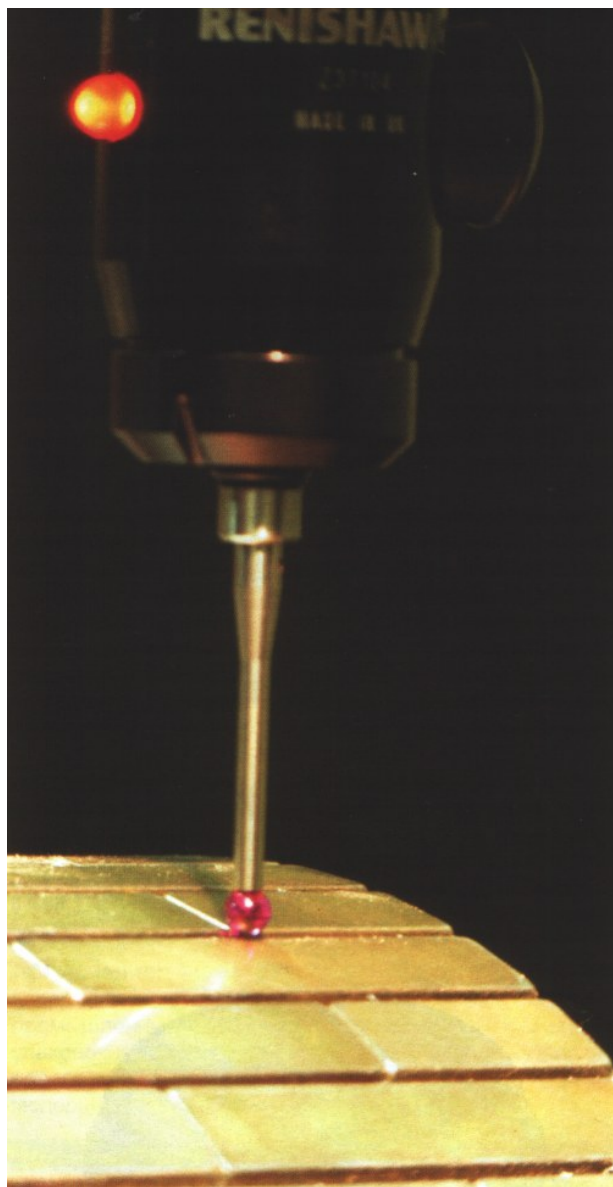
Команда высококвалифицированных инженеров-единомышленников с уникальным опытом проектирования и конструирования приводов стала тем активом, который обеспечил компании быстрое и стабильное развитие. Выполнив ряд инжиниринговых проектов для государственных структур, проанализировав экономическую ситуацию, специалисты центра «Рух» смогли адекватно оценить объем и перспективы локального рынка. Было принято стратегическое решение — «прорываться на Запад».

В том же 1991 году продукция «Руха» была впервые представлена за рубежом — на Ганноверской промышленной ярмарке — и получила высокие оценки экспертов. Несмотря на отсутствие опыта ведения международного бизнеса, только за счет инновационных инженерных разработок центру «Рух» удалось получить несколько перспективных заказов.

Для их выполнения в 1992 году на предприятии были полностью перестроены все производственные процессы, включая контроль качества продукции на всех этапах — от закупки сырья и полуфабрикатов и до тестирования готовых изделий и специализированного ПО. Для представления своих интересов на международном рынке были привлечены партнеры из Германии. Предприятие получает новое название — СП «Рухсервомотор» — и становится полноправным игроком на элитном европейском рынке машиностроения.

Сегодня «Рухсервомотор» признан одним из ведущих производителей систем прямого привода в мире. Компания производит и поставляет несколько серий высокоточных координатных систем на базе линейных двигателей. Модульная конструкция линейных двигателей, не требующих трансмиссии, позволяет создавать сложные высокоточные и высокоскоростные многокоординатные системы с почти неограниченными возможностями. Системы на базе двигателей прямого привода обеспечивают самые высокие технические параметры по скорости, ускорению и точности перемещения.

Практические достигнутые результаты «Рухсервомотора» поражают воображение. Уникальные изделия — опорно-поворотные платформы с моментом 30000 Нм, точностью углового перемещения до 3 угловых секунд и грузоподъемностью 50 т — с одной стороны. С другой — пла-нарный серводвигатель с разрешением 10 нанометров (!), т. е. 0,00000001 м. Компания развивается и успешно осваивает западные рынки, на равных конкурируя с крупнейшими мировыми игроками, такими как Siemens (Германия), Danaher Motion (США) и Etel (Швейцария). Продукция «Рухсервомотора» через сеть дилерских компаний поставляется



Комментарии эксперта

Для управления линейным двигателем используется преобразователь частоты (ПЧ). Линейный двигатель можно представить как обычный синхронный двигатель на постоянных магнитах «в развернутом состоянии», где перемещение определяется амплитудой и фазой электрического вектора.

Для этого ПЧ должен точно «знать» расположение полюсов магнитной дороги относительно якоря. Некоторым моделям ПЧ для определения положения полюса двигателя необходим специальный датчик обратной связи с дополнительными коммутационными каналами. Обычно в качестве датчика обратной связи в линейных двигателях применяется магнитная линейка с синусоидальным, или квадратичным сигналом без дополнительных коммутационных дорожек. Более «продвинутые» преобразователи частоты работают именно с таким типом датчиков, при этом автоматическое определение полюса двигателя у них происходит при первом же включении.

Я. П. Дроздинский
Технический директор
ЗАО «Сервотехника»

ПОВОРОТНЫЕ СИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ



Комментарии эксперта

Прямые прецизионные электроприводы строятся по принципам следящих систем. Статическая и динамическая точности, достигаемые следящими вентильными электроприводами при управлении по отклонению, — единицы угловых секунд и единицы микрон — в ряде случаев недостаточны.

В особо точных устройствах (лазерные дальномерные станции и лазерные технологические установки) необходимы точности в доли секунд и доли микрон. Для достижения требуемых показателей в таких устройствах используется комбинированное замкнуто-разомкнутое управление с программной компенсацией эквивалентного возмущения.

А. П. Балковой
к.т.н., зав. кафедрой
автоматизированного электропривода МЭИ

в Австралию, Германию, Испанию, Италию, Китай, США и Швейцарию.

Уникальная технология модульной сборки приводов защищена несколькими десятками патентов. Целый ряд продуктов, в том числе планарный сервопривод, «Рухсервомотор» производит эксклюзивно.

«Рухсервомотор» разрабатывает и производит:

- линейные синхронные моторы, линейные силовые приводы, синхронные поворотные столы;
- линейные и поворотные шаговые моторы;
- линейные оси, линейные модули;
- двухкоординатные планарные моторы, планарные сервоприводы;
- 2D и 3D машины — порталы, порталные манипуляторы, двухкоординатные и трехкоординатные манипуляторы;
- координатные столы (до 6 и более осей);
- обрабатывающие станки на базе координатного стола;
- сервоконтроллеры и платы управления шаговыми и синхронными двигателями;
- системы ЧПУ (CNC + SPS).

При необходимости двигатели комплектуются системами воздушного или водяного охлаждения, а также системами защиты от пыли и СОЖ.

Благодаря уникальным техническим характеристикам системы прямого привода применяются везде, где требуется высокая точность позиционирования, повторяемость, большая скорость и динамика перемещения, в том числе под нагрузкой.

Основные области применения систем прямого привода:

- многофункциональные обрабатывающие центры;
- транспортное оборудование;
- упаковочное оборудование;
- автоматизированные сборочные линии:
 - промышленные манипуляторы;
 - микроманипуляторы;
- многокоординатные обрабатывающие станки:
 - прецизионные фрезерные и сверлильные станки;
 - прецизионные шлифовальные станки;
 - станки для точной обработки оптики;
 - прецизионные гравировальные станки;
- координатные столы:
 - системы лазерной или плазменной резки;
 - системы фрезерования, сверления, гравирования;
- сварочное оборудование:
 - оборудование для лазерной и плазменной сварки;
 - оборудование для фрикционной сварки;
 - агрегаты для контактной, ультразвуковой, диффузионной и др. видов сварки;
- технологическое оборудование для микроэлектронной промышленности:
 - оборудование для электронной, ионной и фотолитографии;
 - оборудование для выращивания кристаллов;
 - оборудование для производства ИМС;
- устройства точного позиционирования:
 - машины обработки и анализа изображений;
 - сканеры, плоттеры, скрайберы;
- лабораторное оборудование:
 - зонды;
 - датчики, пробники, тестеры;
 - устройства неразрушающего контроля;
- медицинская техника:
 - рентгеновское оборудование; -томографы и другие ЯМР-устройства;
 - диагностическое оборудование.
- нанотехнологии.

Официальный партнёр
ООО СП «Рухсервомотор» в России – ЗАО «Сервотехника»
info@servotechnica.ru
www.servotechnica.ru