ПОЧЕМУ СТОИТ ВЫБРАТЬ ТЕХНОЛОГИЮ РВП

При проектировании систем управляемого линейного перемещения у конструктора есть пять базовых технологий (сводная таблица приведена на стр. 2). Поскольку технология **ролико-винтовой передачи (РВП)**, общая для всех линейных сервоприводов **ЭМП-СА компании «Система А»**, может быть знакома не всем специалистам, представим её подробный технический обзор.

Основы конструкции ролико-винтового механизма

Ролико-винтовая передача — это механизм преобразования вращающего момента в поступательное движение, аналогичный трапецеидальным винтам или шарико-винтовым передачам (ШВП). Однако, в отличие от этих устройств, **планетарные РВП способны нести тяжелые нагрузки в течение многих тысяч часов в самых жестких условиях эксплуатации**, что делает их идеальным выбором для ответственных применений с непрерывным циклом работы.

Принципиальное отличие заключается в конструкции передачи усилия: вокруг резьбового вала в **планетарном порядке** собраны несколько резьбовых спиральных роликов (показаны справа), которые преобразуют вращение ротора электродвигателя в линейное перемещение штока или гайки.



Разрез втулки и роликов РВП



Зацепление резьбовых роликов

СРАВНЕНИЕ РВП С ГИДРАВЛИКОЙ И ПНЕВМАТИКОЙ

В задачах, где ожидаются высокие осевые нагрузки или требуется быстрый рабочий цикл, ролико-винтовые сервоприводы **ЭМП-СА («Система А»)** обеспечивают высокоэффективную альтернативу гидро- и пневмоцилиндрам.

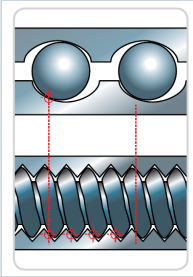
Благодаря радикально упрощенному управлению электромеханические узлы с РВП не требуют сложной вспомогательной инфраструктуры: сервоклапанов, насосных станций, фильтров и трубопроводов высокого давления. Приводы занимают значительно меньше места и работают без обслуживания.

Полностью исключены утечки гидравлической жидкости и затраты на её утилизацию, значительно снижен уровень шума, а гибкость программируемого электронного позиционирования дает решающее преимущество в АСУ ТП.

> 90 %	0 утечек
КПД привода РВП	Чистое производство

СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК: ПЛАНЕТАРНАЯ РВП ПРОТИВ ШВП

15-кратный выигрыш ресурса



Нагрузки и жесткость: Из-за конструктивных факторов число точек контакта в ШВП ограничено размером шариков. Планетарная конструкция РВП обеспечивает значительно больше точек линейного контакта, чем возможно на ШВП сопоставимого диаметра. За счет этого РВП обладает повышенной нагрузочной способностью и жесткостью: привод **ЭМП-СА** занимает гораздо меньше пространства для реализации заданной проектной нагрузки.

Срок службы (ресурс хода): Относительный ресурс пробега РВП и ШВП представлен на графике (стр. 2). При средней нагрузке **8,9 кН (2 000 lbf)** на винте диаметром **~30 мм (1,2")** с шагом **~5 мм (0,2")** ожидаемый срок службы планетарной РВП **в 15 раз превышает ресурс ШВП**.



Скорости вращения: Типичные скорости ШВП ограничены **2000 об/мин и менее** из-за взаимного столкновения шариков друг с другом при вращении дорожки качения. Напротив, ролики в РВП зафиксированы планетарно цапфами на торцах гайки и не имеют этого ограничения, поэтому стабильно работают при **5000 об/мин и выше**, обеспечивая высокую линейную скорость.

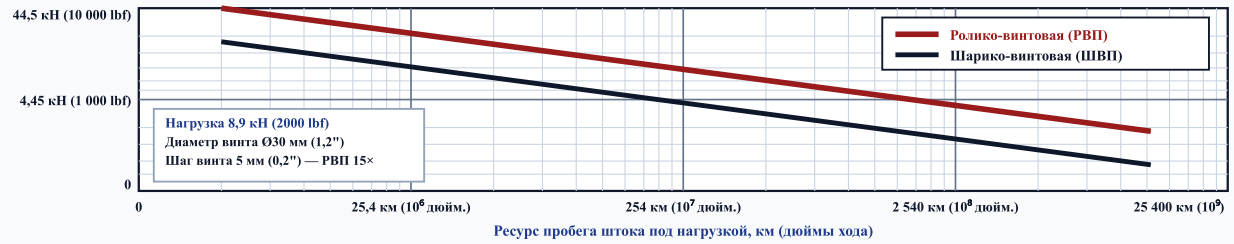
Сравнение долговечности РВП и технологий перемещения

РЕСУРС РВП 15× ШВП

Система СИ (кН / км) и дюймы

СРАВНЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ: ПЛАНЕТАРНАЯ РОЛИКО-ВИНТОВАЯ ПЕРЕДАЧА (РВП) И ШВП

Зависимость ресурса пробега от осевой нагрузки



Вывод для конструктора: при равном диаметре винта (30 мм) и осевом усилии 8,9 кН ресурс РВП в 15 раз превышает ресурс ШВП. Данные для серии ЭМП-СА

СРАВНЕНИЕ РВП С ДРУГИМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

В задачах электронного сервопозиционирования

Параметр сравнения	РОЛИКО-ВИНТОВАЯ ПЕРЕДАЧА (ЭМП-СА)	ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫЙ ВИНТ (СКОЛЬЖЕНИЕ)	ШАРИКО-ВИНТОВАЯ ПЕРЕДАЧА (ШВП)	ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЦИЛИНДРЫ	ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ЦИЛИНДРЫ
Нагрузочная способность	**Очень высокая**	Высокая	Высокая	Очень высокая	Высокая
Срок службы (ресурс)	**Очень длительный (во много раз выше ШВП)**	Очень низкий из-за высокого трения и износа	Средний	Длительный при регулярном ТО гидросистемы	Длительный при регулярном обслуживании
Линейная скорость	**Очень высокая**	Низкая	Средняя	Средняя	Очень высокая
Ускорение и динамика	**Очень высокое**	Низкое	Среднее	Очень высокое	Очень высокое
Электронное позиционирование	**Простое и точное**	Умеренно сложное	Простое	Сложное	Крайне сложное
Осевая жесткость	**Очень высокая**	Очень высокая	Средняя	Очень высокая	Очень низкая
Стойкость к ударным нагрузкам	**Очень высокая**	Очень высокая	Средняя	Очень высокая	Высокая
Требования к монтажному пространству	**Минимальные**	Средние	Средние	Высокие (с учетом маслостанции)	Высокие (с учетом компрессора)
Потери на трение	**Низкие**	Высокие	Низкие	Высокие	Средние
Механический КПД	**> 90 %**	около 40 %	> 90 %	< 50 %	< 50 %
Монтаж и интеграция в систему управления	**Совместим со стандартными электронными сервоусилителями**	Заказчику требуется проектировать узел сопряжения с приводом	Совместим со стандартными сервоусилителями	Сложный: требуются сервоклапаны, РВД, фильтрация, насосы и датчики	Очень сложный: требуются клапаны, магистрали, компрессоры и датчики
Техническое обслуживание	**Очень низкое (до 10 000 ч без пересмазки)**	Частое из-за быстрого износа резьбы	Среднее	Очень трудоемкое и дорогое	Высокое
Влияние на экологию и цех	**Минимальное**	Минимальное	Минимальное	Утечки рабочей жидкости и утилизация масел	Высокий уровень производственного шума

Семейство линейных сервоприводов серии ЭМП-СА

10 ПОЛЮСОВ | КЛАСС Н

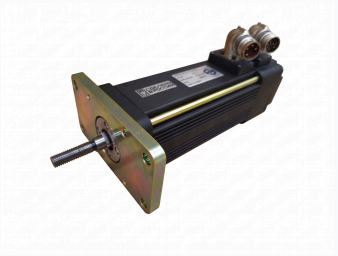
Питание ~230 В / ~400 В

ИНТЕГРИРОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА СЕРВОПРИВОДОВ ЭМП-СА

Семейство линейных электромеханических сервоприводов **ЭМП-СА разработки и производства ООО «Система А»** предоставляет надежные решения для точного соответствия требованиям тяжелых промышленных применений. Во всех приводах серии используется **планетарный ролико-винтовой механизм** для преобразования мощности синхронного серводвигателя в поступательное движение штока внутри закрытого корпуса.

Планетарные резьбовые ролики, собранные вокруг выдвижного штока, перемещаются по прецизионной резьбе на внутренней поверхности полого ротора. Линейное перемещение создается в точной синхронизации с вращением ротора без промежуточных муфт и редукторов.

Высокомоментный статор приводов **ЭМП-СА** обеспечивает повышенный длительный крутящий момент и КПД за счет сниженного тепловыделения, плотного заполнения пазов и заливки обмоток теплопроводящим компаундом, исключающим элементы, наиболее подверженные выходу из строя в традиционных двигателях.





Ролико-винтовой сервопривод ЭМП-СА («Система А»)

Конструктивные преимущества электродвигателя

- **Магниты из сплава неодим-железо-бор (NdFeB):** 10-полюсная система обеспечивает высокую плотность магнитного потока и крутящий момент до **68 Н·м** (до **113,8 Н·м** в пике).
- **Заливка статора теплопроводящим компаундом:** улучшает отвод тепла на корпус и защищает обмотки от внешних воздействий.
- **Модульное число пакетов статора (2, 3 или 4 пакета):** точное масштабирование мощности и усилия; система изоляции **класса 180 (Н)**.

Актуатор и двигатель в одном компактном корпусе

При использовании других технологий заказчикам приходится самостоятельно проектировать линейную ось: отдельно закупать и собирать двигатель, редуктор, зубчатый ремень, крепеж и муфты. Приводы **ЭМП-СА** полностью исключают эту необходимость, представляя собой единый компактный узел.

Созданы для замкнутых сервосистем

Бесщеточная сервоконструкция позволяет применять серию **ЭМП-СА** в замкнутых системах управления скоростью и положением с обратной связью через резольверы, энкодеры или встроенные датчики линейного положения.

МОДЕЛЬНЫЙ РЯД И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЕРИИ ЭМП-СА

5 габаритов корпуса | 28 модификаций обмоток

Модель привода	Ø статора D, мм	Пакеты статора	Длина статора L, мм	Питание U, В	Мощность $P_{ном}$, кВт	Момент $M_{ном}$, Н·м	Пик. момент $M_{макс}$, Н·м	Ном. ток $I_{ном}$, А	Скорость $n_{ном/макс}$, об/мин
ЭМП-СА-60	52	2 / 3 / 4	55 / 82,5 / 110	230 / 400	0,42 – 0,92	0,80 – 1,75	1,60 – 3,50	0,85 – 1,85	5000 / 5500
ЭМП-СА-85	85	2 / 3 / 4	55 / 82,5 / 110	230 / 400	0,94 – 1,88	2,30 – 4,60	5,40 – 13,80	1,85 – 5,75	3900 / 4500
ЭМП-СА-110	100	2 / 3 / 4	64 / 96 / 128	230 / 400	2,80 – 6,30	5,30 – 12,00	10,60 – 24,00	4,00 – 15,50	3500 / 4000
ЭМП-СА-150	140	2 / 3 / 4	90 / 135 / 180	230 / 400	8,30 – 16,60	16,50 – 33,10	33,00 – 66,20	9,60 – 33,30	2400 / 2800
ЭМП-СА-185	170	2 / 3 / 4	105 / 157,5 / 210	230 / 400	14,30 – 28,50	28,50 – 68,00	57,00 – 113,80	12,60 – 43,60	2000 / 2500

Герметичное исполнение IP65 и опции заказа

ЗАЩИТА КОРПУСА IP65

Ресурс РВП до 15× ШВП

Герметичная конструкция для долгой службы

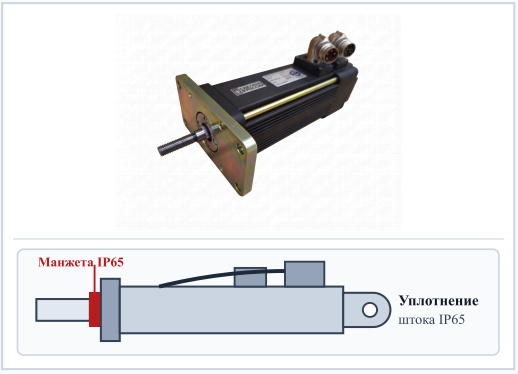
В большинстве традиционных механизмов преобразования вращательного движения в поступательное критически важные узлы открыты для окружающей среды и требуют регулярного осмотра, очистки и смазки.

В отличие от них, преобразующие компоненты всех устройств **ЭМП-СА («Система А»)** смонтированы внутри герметичного корпуса двигателя (**IP65**). Благодаря системе втулок и уплотнений на гладком выдвижном штоке абразивные частицы и загрязнения не проникают к рабочим механизмам актуатора.

Минимальные требования к смазке и ТО

Требования к смазке минимальны: актуаторы **ЭМП-СА** могут смазываться консистентной смазкой или рециркулирующим маслом. Устройства с консистентной смазкой работают **до 10 000 часов** без повторного смазывания.

Системы с принудительной рециркуляцией масла полностью устраняют необходимость такого обслуживания: при правильной работе масляной системы сервопривод **ЭМП-СА** функционирует неограниченно долго без остановки оборудования.



1. Гладкий выдвижной шток с уплотнением IP65: направляющая втулка и грязесъемная манжета блокируют попадание пыли, влаги и СОЖ внутрь РВП; конец штока с метрической резьбой и лысками под ключ.

2. Передний монтажный фланец с защитным покрытием: стальной фланец с антикоррозийным пассивированием / химическим никелированием и крепежными отверстиями.

3. Оребренный корпус со стяжными шпильками: жесткая конструкция с 2, 3 или 4 пакетами статора, эффективным отводом тепла и маркировкой «СДЕЛАНО В РОССИИ».

4. Герметичные поворотные разъемы: металлические угловые резьбовые соединители силового питания двигателя и цепей обратной связи (резольвер / энкодер).

Доступны в пяти типоразмерах корпуса (разработка нестандартных исполнений по ТЗ): ЭМП-СА-60 | ЭМП-СА-85 | ЭМП-СА-110 | ЭМП-СА-150 | ЭМП-СА-185

СТАНДАРТНОЕ И ОПЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ СЕРВОПРИВОДОВ СЕРИИ ЭМП-СА

Отдел прикладного инжиниринга ООО «Система А»

Характеристика / Узел привода	Стандартное исполнение	Опциональное исполнение (по заказу)
Степень защиты и покрытие корпуса	IP65; оребренный корпус с защитным покрытием, фланец с пассивированием / хим. никелированием	**Корпус из нержавеющей стали / масляное охлаждение / пищевое лакокрасочное покрытие**
Внешний механизм защиты от проворота	Нет	**Да (внешняя направляющая штанга)**
Внутренний механизм анти-проворота штока	Нет	**Да (встроенное шлицевое / шпоночное исполнение)**
Преднатянутая гайка / каретка РВП (Follower)	Нет (стандартный технологический зазор)	**Да (безлюфтовое исполнение с преднатягом)**
Электромагнитный стояночный тормоз	Нет	**Да (встроенный нормально-замкнутый тормоз 24 В DC)**
Внешние концевые выключатели и датчик LVDT	Обратная связь по резольверу / энкодеру	**Да (внешние концевые датчики / встроенный датчик линейного положения LVDT)**
Электрические разъемы (Connectors)	Цилиндрические резьбовые угловые разъемы промышленного стандарта в металлическом корпусе	**Разъемы с хим. никелированием / резьбовые гермовводы с залитыми кабелями / спецразъемы**
Варианты монтажа корпуса (Mounting Style)	Передний прямоугольный фланец, удлиненные стяжные шпильки	**Задний фланец, цапфа, задняя проушина, боковые резьбовые отверстия, крепления по ТЗ**
Исполнение конца штока (Rod End)	Наружная метрическая резьба с лысками под ключ	**Внутренняя резьба, вилка, шарнирный наконечник или специальные исполнения под требования OEM**