

# Модульный привод ХАРЗА® – новый подход к решению задач

М. Гурбашков<sup>1</sup>

УДК 621.3 | ВАК 2.2.2

Рынок двигателей на постоянных магнитах, включая двигатели постоянного тока и сервоприводы на их основе, активно и неуклонно растет от года к году. В статье рассматриваются различные варианты сервоприводов, в том числе в модульном исполнении, разработанных в компании «ИнноДрайв», которые могут быть использованы для решения широкого спектра задач.

По оценкам аналитического агентства Mordor Intelligence, общий рынок низковольтных двигателей на постоянных магнитах (постоянного и переменного тока) к 2026 году достигнет цифры в 52,31 млрд долл. США, из которых 20,8 млрд долл. США (порядка 40%) придется на долю двигателей постоянного тока (рис. 1). Темпы роста рынка двигателей постоянного тока существенно выделяются на фоне рынка в целом – с 2020 по 2026 год рост составит 85%.

По состоянию еще на 2020 год доля двигателей постоянного тока в общем объеме рынка составляла порядка 37,3%. При этом 57,73% общего рынка приходилось на двигатели на неодимовых магнитах (NdFeB), а ключевым потребителем выступал Азиатско-Тихоокеанский регион (45,62%) (рис. 2).

Отдельно аналитики выделяют активный рост сектора так называемых «умных» двигателей (smart motors) и «умных» приводов (smart drive) – приводных решений со встроенной управляющей электроникой. По состоянию на 2020 год его объем составлял 2,4 млрд долл. США, а к 2025 году должен вырасти почти на 36% – до 3,26 млрд долл. США (рис. 3).

Стабильный рост спроса на низковольтные электроприводы постоянного тока и приводы на их основе обуславливается рядом факторов, а именно:

- компактность и высокие удельные характеристики;
- относительная простота управления;
- удобство применения;
- снижение энергопотребления.

Этому способствует ряд тенденций на рынке:

- переход с пневматических и гидравлических систем на системы электропривода;
- переход с систем переменного тока на системы постоянного тока в силу их большей компактности и простоты управления;

- рост доли приводов на базе синхронных электрических машин на постоянных магнитах (и в первую очередь на магнитах NdFeB) в связи с высокими удельными и динамическими показателями таких систем;
- рост доли «умных» приводов;
- повышение степени миниатюризации и интеграции.

Российский рынок не является исключением и повторяет траекторию рынка международного. При этом в силу закрытости рынка и информации, а также отсутствия статистической выборки и специфики геополитической ситуации получить точные цифры по динамике рынка сложно. Тем не менее можно с уверенностью говорить о росте спроса на малогабаритные низковольтные двигатели постоянного тока на постоянных магнитах и сервоприводы на их основе.

Мы последовательно реализуем концепцию создания унифицированных линеек приводных решений с высокой степенью готовности к производству и поставке. Если оперировать категориями подходов ТРИЗ (теории решения изобретательских задач), мы решаем задачу, которая выглядит противоречивой – с одной стороны мы стремимся создать максимально универсальную линейку готовых решений (в англоязычной терминологии для этого существует термин off-the-shelf), а с другой стороны, реализуем внутри продуктовой линейки гибкость выбора и возможность адаптации решения под индивидуальные требования заказчика и его проекта.

Такая цель достигается за счет создания экосистемы решений – матрицы продуктов и библиотек доработок.

В ходе реализации данной концепции нами созданы и разрабатываются несколько линеек решений – высокоточные интегрированные сервоприводы ХАРЗА®, компактные приводы с планетарной передачей ГРИЗОН®, а также сервоконтроллеры СОЛОНГОЙ® для управления указанными приводами. Это дает заказчику широкие

<sup>1</sup> ООО «ИнноДрайв», генеральный директор, maxim@innodrive.ru.

возможности выбора комплектующих и компоновки привода.

Базовая компоновка сервопривода ХАРЗА® подразумевает наличие синхронного двигателя на постоянных магнитах, волнового редуктора, тормозной муфты для фиксации вала двигателя, а также одного (на валу двигателя) или двух (на валу двигателя и выходном звене редуктора) датчиков обратной связи (представлена на рис. 4). Также опционально в конструктив привода может быть интегрирован сервоконтроллер для управления по скорости и положению.

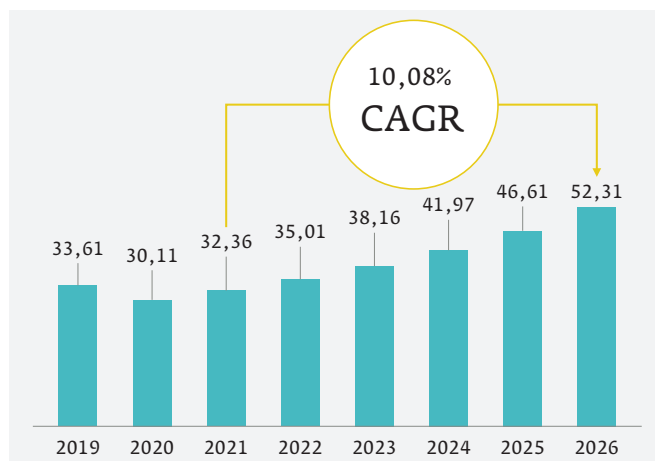
Такая компоновка обеспечивает минимальную осевую длину при наличии полого вала и достаточном просторанстве в конструкции пользователя с точки зрения диаметра сборки.

При ограничениях с точки зрения компактности (диаметра) привода без предъявления повышенных требований к точности передачи движения рекомендованным решением является линейка компактных приводов с планетарными редукторами ГРИЗОН®. При классической схеме компоновки «двигатель – редуктор – датчик и опционально тормоз» (представлена на рис. 5) пользователь может выбрать подходящее решение на базе коллекторного или бесколлекторного двигателя постоянного тока в диапазоне диаметров от 10 до 80 мм. Различные варианты номинальных напряжений двигателей, широкий диапазон передаточных чисел редуктора, высокое разрешение датчиков обратной связи и варианты тормозных муфт с номинальным напряжением питания 12 или 24 В позволяют достаточно гибко выбрать оптимальную компоновку решения.

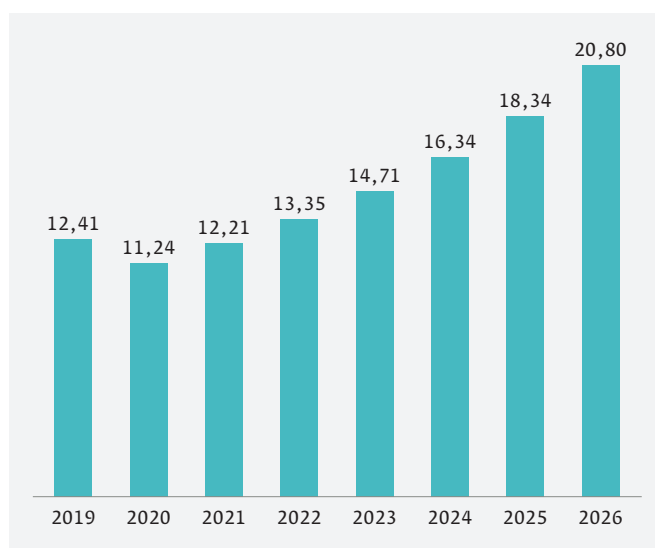
В сочетании с сервоконтроллером СОЛОНГОЙ® указанные приводные решения позволяют построить качественную компактную систему управления движением и позиционированием объекта.

Для удобства потребителей в рамках развития линейки сервоприводов ХАРЗА® мы пошли дальше – нами разработана концепция модульного привода, совмещающего точность волновой передачи и компактность в диаметре и имеющего ряд существенных преимуществ.

Сервопривод модульного исполнения выполнен в виде набора модулей, соединенных последовательно и связанных механически (посредством крепления корпусов модулей друг к другу), кинематически (посредством общего вала) и электрически (посредством электрических разъемов на интерфейсных платах). В качестве модулей используются «Модуль силовой» (рис. 6, поз. 1, 2), «Модуль тормозной» (рис. 6, поз. 3), «Модуль сенсорный» (рис. 6, поз. 4), «Модуль выводной» (рис. 6, поз. 5), «Модуль редукторный» (рис. 7, поз. 6). Модуль силовой состоит из электродвигателя, одной или двух интерфейсных плат с электрическими разъемами, корпуса. В модуль тормозной входят электромагнитный



а)



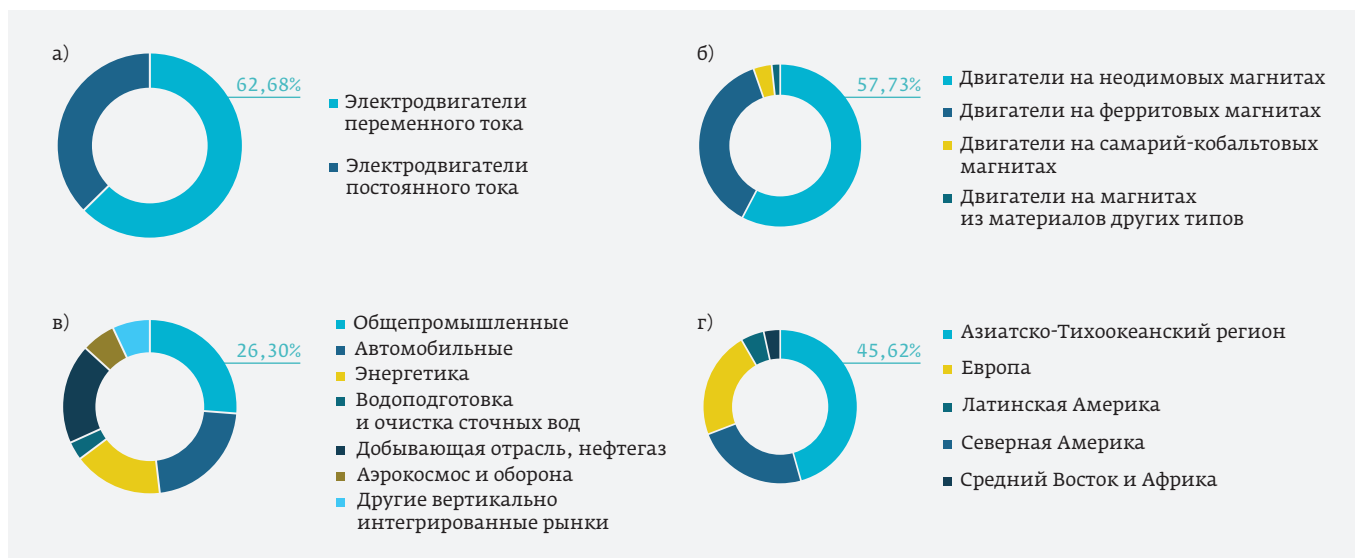
б)

**Рис. 1.** Рост рынка (в млрд долл. США) низковольтных двигателей на постоянных магнитах к 2026 году (а), включая двигатели постоянного тока (б).

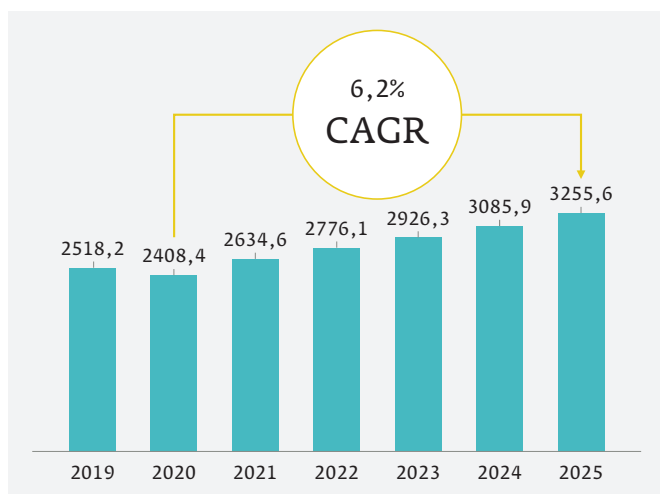
CAGR (Compound annual growth rate) – совокупный среднегодовой темп роста.

Источник: Mordor Intelligence

тормоз, интерфейсные платы с электрическими разъемами и корпус. Модуль сенсорный состоит из датчика положения ротора (резольвера, инкрементального или абсолютного энкодера), интерфейсных плат с электрическими разъемами, корпуса. Модуль выводной содержит электрический кабель с гермовводом, интерфейсную плату с электрическими разъемами, корпус. Модуль редукторный может включать редукторы различного типа (планетарный, волновой, планетарно-цевочный) в зависимости от требуемых характеристик по передаваемому моменту, скорости и жесткости конструкции



**Рис. 2.** Распределение долей международного рынка двигателей на постоянных магнитах по типам (постоянного или переменного тока) (а), типам магнитов (б), отраслям применения (в) и регионам потребления (г) по состоянию на 2020 год. Источник: Mordor Intelligence



**Рис. 3.** Рост международного рынка (в млн долл. США) «умных» двигателей к 2025 году. Источник: Mordor Intelligence

и присоединительный фланец. Конечная комплектация модульного сервопривода зависит от требований к характеристикам.

Максимальная компоновка подразумевает до трех силовых модулей в едином конструктиве. Благодаря такой компоновке удастся обеспечить возможность увеличения мощности и выходного момента сборки при сохранении внешнего диаметра. Например, при наружном диаметре привода 60 мм и номинальном

напряжении питания 48 В мощность одного силового модуля составляет 220 Вт, а выходной момент – 0,47 Н·м при 4500 об/мин. Таким образом, с учетом коэффициента суммирования на уровне 0,95, в зависимости от количества используемых силовых модулей – один, два или три, пользователь может получить на выходе двигателя 0,47; 0,89 или 1,27 Н·м соответственно (при 220, 420 или 600 Вт мощности соответственно). В зависимости от типа и передаточного числа используемого редуктора можно получить номинальный выходной момент в диапазоне от 11,75 до 49 Н·м при скорости от 90 до 37,5 об/мин на волновом редукторе или от 4,75 до 80 Н·м при скорости от 356 до 21,26 об/мин на планетарном редукторе. Суммарная длина привода определяется количеством силовых модулей в сборке, типом редуктора (и количеством ступеней в случае планетарного редуктора), а также наличием сенсорного и тормозного модулей.

Подобный подход оправдан в задачах и применениях, предъявляющих ограничения к диаметру конструкции, но имеющих запас по осевой длине.

В совокупности с опциональными доработками для работы в условиях повышенных (120 °С) и пониженных (-50 °С) температур, повышенной влажности, загрязненной среды, радиационного излучения предложенный привод может стать актуальным решением для различных задач ответственного применения в робототехнике, автоматизации, авионике, нефтегазовой отрасли, атомной промышленности и других критических отраслях.

Сервопривод модульного исполнения обладает рядом преимуществ по сравнению с сервоприводом «классической» конструкции:

- имеет высокую степень унификации входящих компонентов (модулей), что положительно сказывается как на производстве, так и на ремонтопригодности;
- позволяет выполнять более оптимальный выбор привода по мощности путем подбора соответствующего количества силовых модулей;
- позволяет реализовать полный спектр потребностей в приводном решении с определенными габаритами / диаметром (за счет изменения типа датчика положения ротора, добавления тормоза и др.) без необходимости перепроектирования сервопривода;
- обеспечивает высокий экономический эффект от комплексного внедрения в месте эксплуатации – тем выше, чем шире номенклатура оборудования, в котором используется данный сервопривод, что связано с возможностью унификации и одновременного заказа большого количества однотипных модулей;
- позволяет в комплекте ЗИП оборудования иметь несколько запасных модулей, а не сервопривод целиком;
- обладает простотой сборки, не требующей специализированного оборудования, что позволяет конечному пользователю достаточно просто скомпоновать или перекомпоновать привод на своих мощностях;
- позволяет обеспечить удобство при отладке системы и прототипировании за счет возможности перекомпоновки в условиях производства заказчика.

Сервопривод модульного исполнения решает ряд практических задач в интересах пользователя:

- унификация используемых приводных решений;
- упрощение сборки и увеличение ремонтопригодности;
- регулирование мощности сервопривода в рамках одного габарита путем добавления или исключения силовых модулей;
- гибкий подбор требуемых характеристик сервопривода (крутящий момент, частота вращения выходного вала, тип и разрешение датчика обратной связи, обеспечение фиксации вала за счет тормозной муфты) в рамках одного габарита путем выбора состава сервопривода.

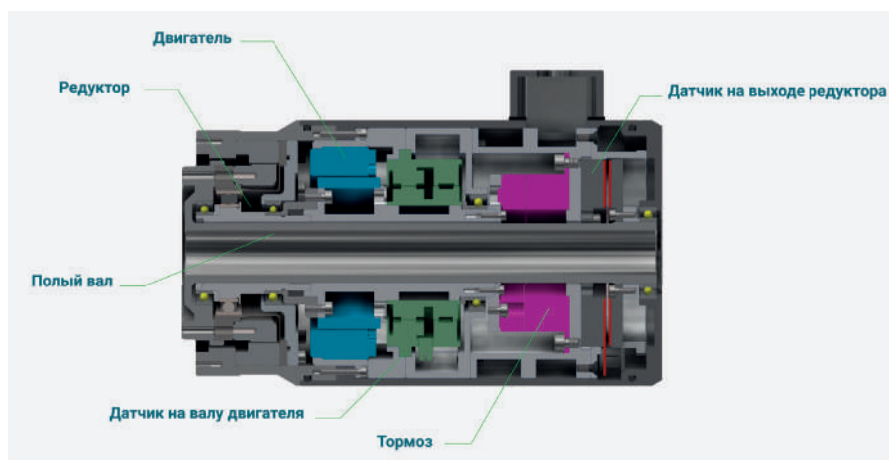


Рис. 4. Один из вариантов типовой компоновки высокоточного сервопривода ХАРЗА®

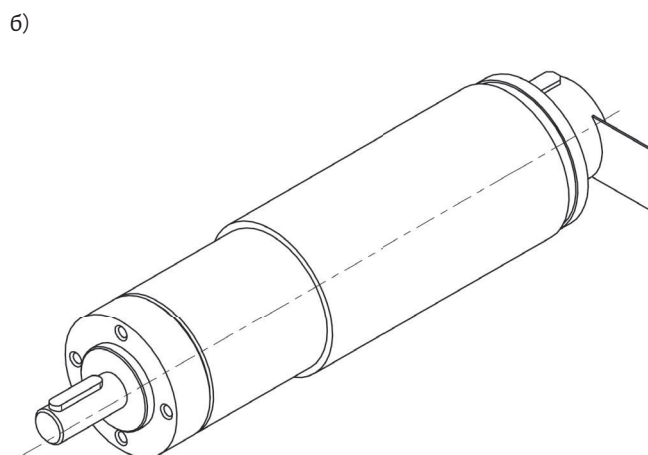
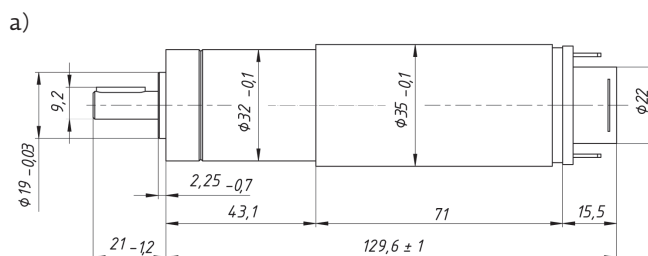


Рис. 5. Варианты типовой компоновки компактного привода ГРИЗОН®: а – специализированный привод в разрезе; б – общий вид; в – изометрия. Размеры указаны в мм

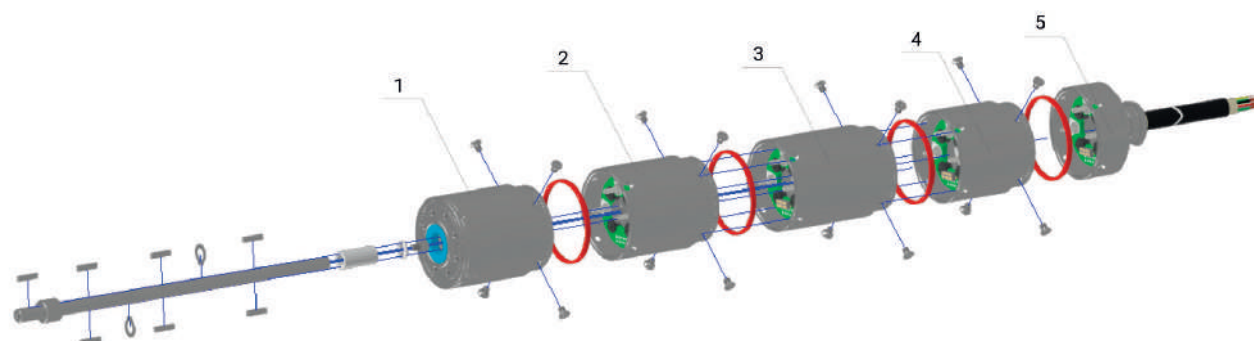


Рис. 6. Серводвигатель ХАРЗА® модульной конструкции

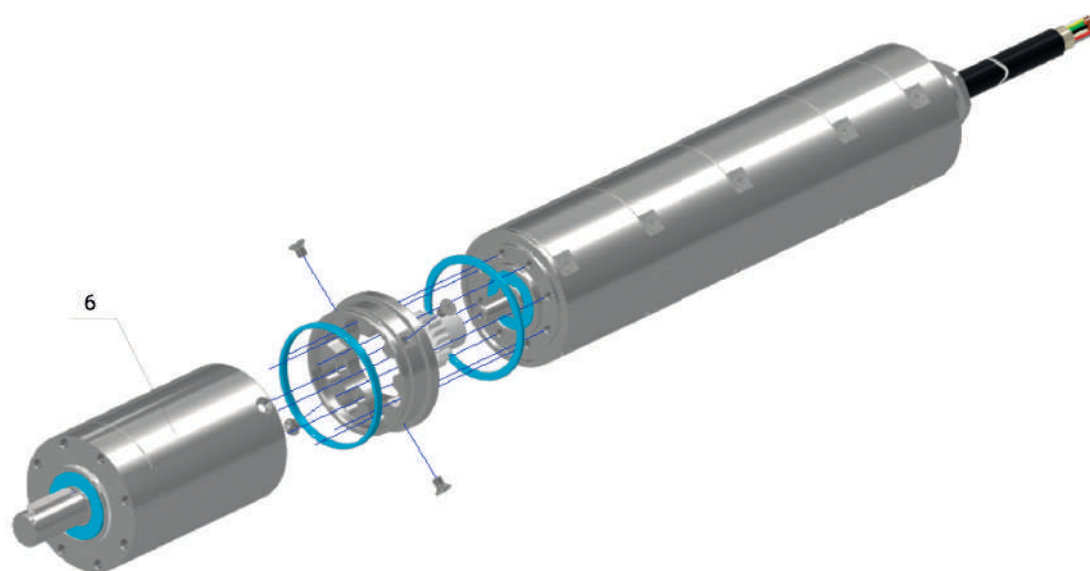


Рис. 7. Сервопривод ХАРЗА® модульной конструкции с планетарной передачей

Тем самым решается ключевая задача, обозначенная в начале статьи – унификация и гибкость конструкции. Предложенный вариант привода имеет преимущества на всех этапах жизненного цикла системы заказчика – как при отладке и настройке системы и поиске оптимальной компоновки решения, так и при серийном выпуске и применении, когда за счет унификации и объединения

модулей в единый перечень закупки можно добиться существенной оптимизации цены за счет массовости.

Конструкция модульного привода ХАРЗА® защищена соответствующими патентами.

Каждый проект для нас – это новые возможности, новые компетенции и новые технологии. В конечном итоге «технологии имеют значение!» ●



# ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ



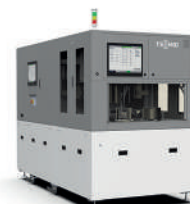
## Плазмохимическое травление

Плазмохимическое травление критических слоёв материалов в полупроводниковых производствах СБИС



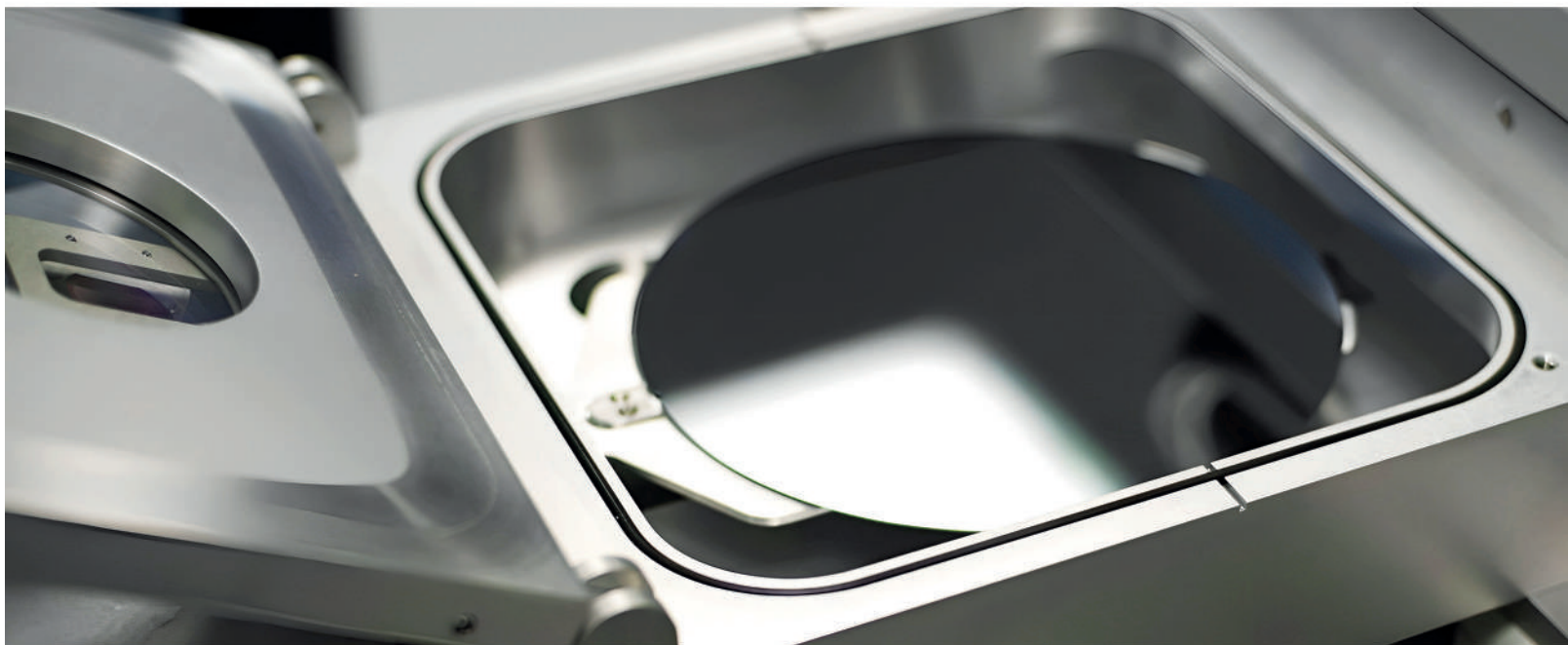
## Вакуумное напыление

Установки нанесения тонких плёнок методом магнетронного, ионно-лучевого распыления и термического испарения



## Зарубежное оборудование

Специальное полупроводниковое оборудование и установки для обработки полупроводниковых материалов



Разработка и производство технологического оборудования



Поставка зарубежного оборудования и комплексных технологий



Разработка и внедрение современных технологий



Модернизация и сервисное обслуживание технологического оборудования

перейти на сайт:

