



## LEYBOLD OPTICS: ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ СЛОЖНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Рассказывает директор по продажам и маркетингу оптического отделения доктор Карл Матл



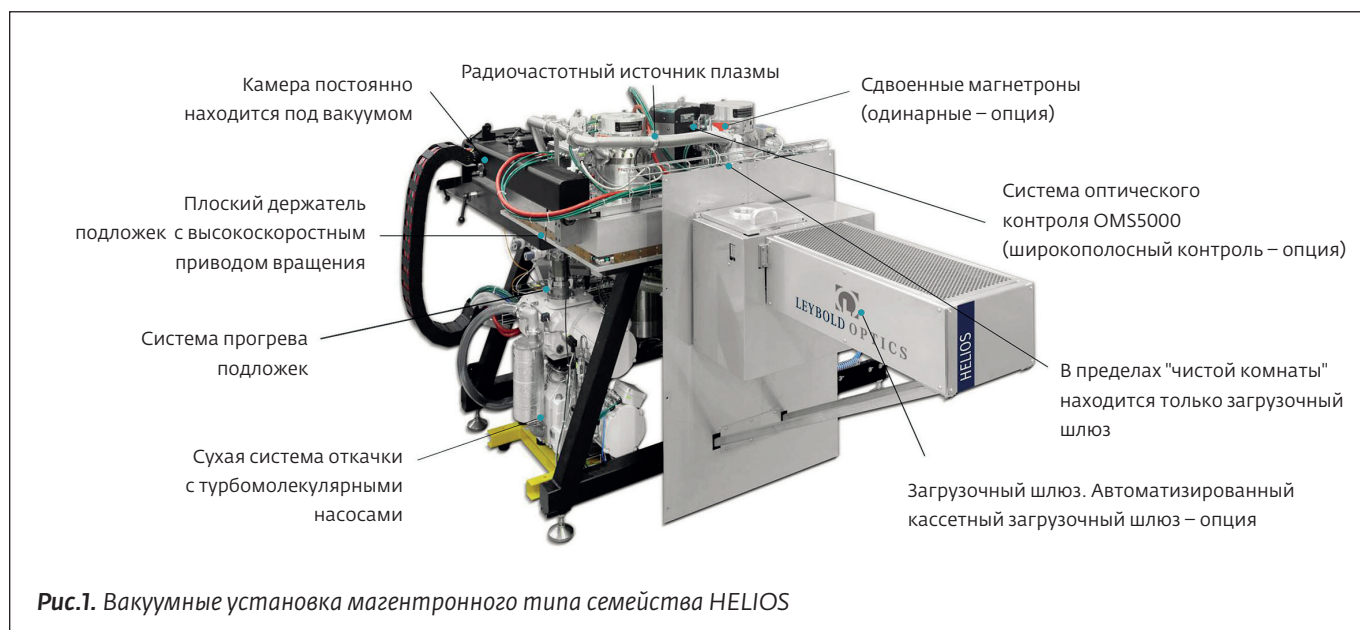
Анализ развития рынка современных покрытий свидетельствует о существовании устойчивого спроса на оборудование для нанесения покрытий самого разнообразного функционального назначения. Большинство пользователей сотовой связи, мобильных приложений, цифрового телевидения, фотографической техники, не задумываясь, постоянно приобретают все более новые устройства – более функциональные, более надежные. Высокорентабельный бизнес стимулирует рынок предложений промышленных установок для нанесения вакуумных покрытий. Фирма Leybold Optics по праву считается одним из мировых лидеров в тонкопленочной технологии.

Господин Матл, расскажите, пожалуйста, о приоритетных направлениях деятельности компании Leybold Optics.

Компания разрабатывает и производит оборудование вакуумного осаждения для широкого спектра приложений. Хотя история компании уходит далеко в середину XIX века, когда Эрнст Лейболд и Вильгельм Карл Хераус основали свои фирмы, их выход на рынок под объединенным брендом Leybold Optics был стратегически верным ходом. В самом начале своей деятельности компания занималась производством вакуумных насосов, позже она поменяла свое научное направление, но накопленные знания, превратившись в выдающиеся ноу-хау, придали развитию компании высокое ускорение именно на рынке оборудования для изготовления функциональных оптических покрытий. В мае 2012 года известный мировой лидер в технологии и производстве оборудования для мукомольных и пивоваренных заводов, переработки ПЕТ и литья алюминия под давлением, предприятий по производству продуктов питания и кормов для животных, корпорация Bühler объявила

о включении Leybold Optics в свою группу промышленных компаний. Глобальное присутствие Bühler более чем в 140 странах мира еще больше укрепило позиции Leybold Optics на рынке.

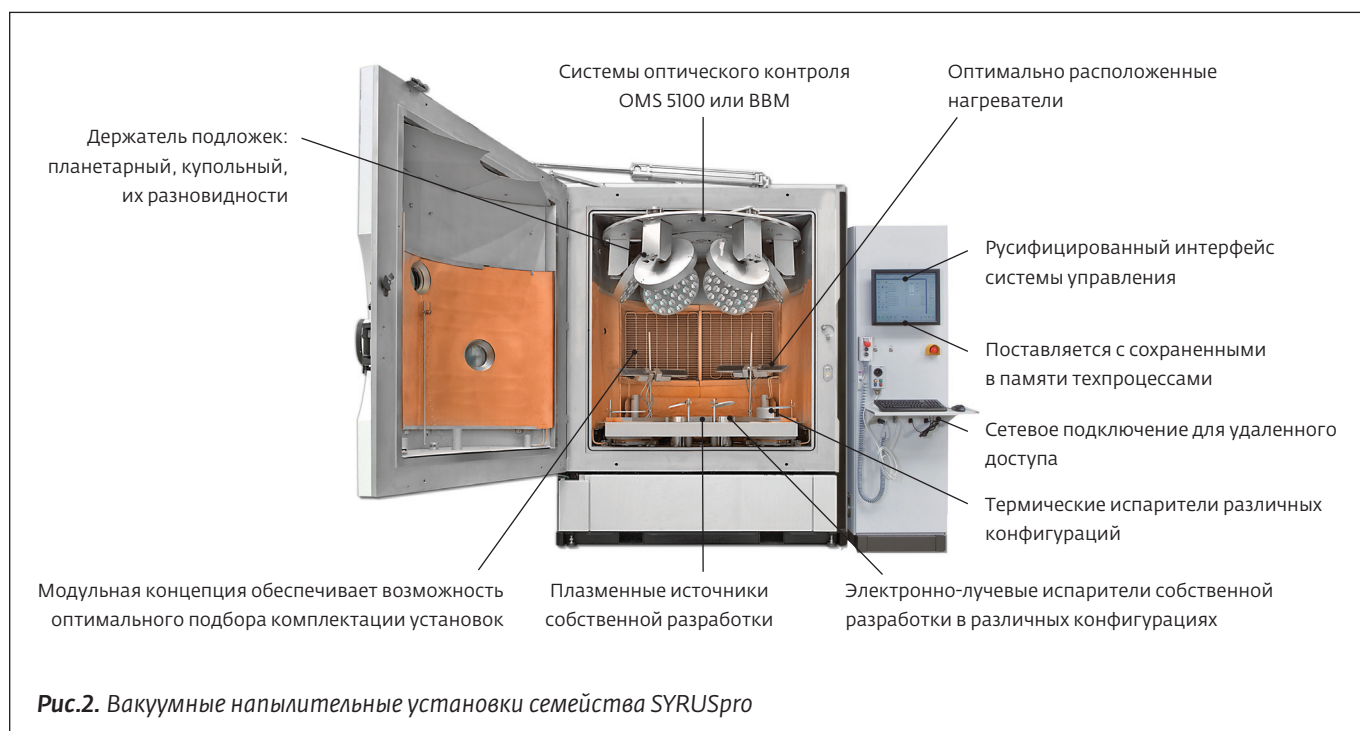
Одним из приоритетных направлений деятельности Leybold Optics является технология нанесения многослойных оптических покрытий. Эта технология крайне популярна в решениях оптических задач высокой сложности от фотолитографии в области глубокого ультрафиолета и астрономических телескопов до систем телекоммуникаций и тепловидения в ИК-диапазоне – современной промышленности требуются широкоспектральные высокоотражающие зеркала, многоволновые светоделители, качественные смотровые окна, отрезающие и узкополосные фильтры, оптические элементы с просветлением, работающие с учетом падения излучения под разными углами. Компания Leybold Optics владеет основными технологиями вакуумного напыления: электронно-лучевым, термическим и магнетронным с ионно-плазменной поддержкой, а также плазменно-химическим. Процессы



напыления, которые выполняет выпускаемое фирмой оборудование, полностью автоматизированы, причем помимо самого оборудования, компания предлагает и разработку уникальных производственных технологий. Продукция Leybold Optics сертифицирована в соответствии с DIN EN ISO 9001.

**Какое оборудование вашей компании пользуется наибольшей популярностью?**

С учетом анализа продаж видно, что самой востребованной продукцией для массового серийного производства на сегодня является установка магнетронного типа с плазменным источником HELIOS (рис.1). Производственная мощность HELIOS определяется вариантом исполнения установки: с держателем подложек на 16 позиций диаметром 100 мм каждая, и на 12 подложек диаметром 200 мм каждая, а также количеством наносимых слоев. Высочайшее качество покрытий





**Рис.3.** Вакуумная установка для нанесения алмазоподобных покрытий

достигается за счет бомбардирования поверхности с растущим слоем наносимого вещества, потоком высокоэнергетичных ионов. Компания разрабатывает два типа плазменных источников Advanced Plasma Source (APS). Чем выше энергия частиц, испускаемых источником, тем глубже они внедряются в структуру подложки, улучшая адгезию покрытия, но нельзя забывать, что при этом повышается вероятность дефектообразования. Использование плазмы позволяет также снимать внутренние напряжения и минимизировать шероховатость поверхности покрытий. Так, в установках магнетронного типа с использованием плазмы получают покрытия с шероховатостью  $R_z=0,3$  нм, а в установках напыления с электронно-лучевым распылением и плазменно-ионной поддержкой  $R_z=0,4$  нм. Не стоит забывать, что разные шероховатости нужны для решения разных задач. Покрытия изделий, предназначенных для работы в жестких климатических условиях, кроме спектральных характеристик должны обладать еще и стойкостью к истиранию и адгезионной прочностью, поэтому не случайно в конструкцию сложного покрытия часто добавляют адгезионные слои. Для подобных задач в компании разработана установка электронно-лучевого типа семейства SYRUSpro (рис.2) с дополнительной плазменной обработкой покрытий.

**Сегодня промышленно осваиваются все новые и новые материалы. Рассматриваете ли вы переход к новым технологиям?**

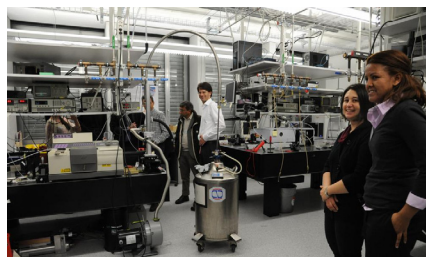
В Leybold Optics построена четкая структура НИОКР: есть группа исследователей, группа инженеров-технологов, программисты, обеспечивающие автоматизацию процесса. Все выполняемые разработки оперативно внедряются в оборудование, которое контролирует скорость, температуру, уровень вакуума и спектральные характеристики растущих слоев покрытия в процессе напыления. С учетом возросшего внимания предприятий оптической промышленности к износостойким покрытиям с выдающимися просветляющими свойствами компания Leybold Optics разработала напылительную установку плазменно-химического осаждения углеродистого покрытия из газовой фазы (рис.3). Мы прогнозируем, что с возникновением более технологичных покрытий для создания сложных оптических деталей в будущем предпочтение все-таки будет отдаваться вакуумному оборудованию, работающему по технологии PIAD (plasma ion assisted deposition).

**Спасибо за интересный рассказ.**

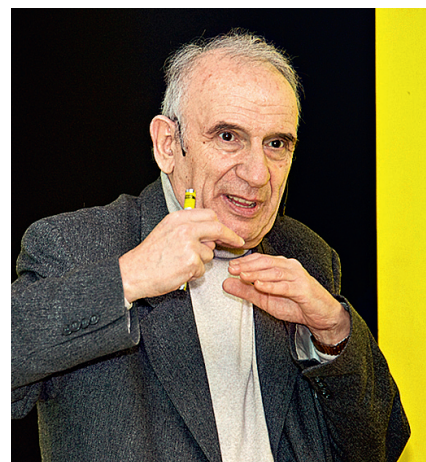
С К.Матлом беседовала Н.Истомина

## 20 ЛЕТ ПЕРВОМУ КВАНТОВОМУ КАСКАДНОМУ ЛАЗЕРУ

Первый квантовый каскадный лазер (QCL) был впервые успешно испытан в Bell Labs 14 января 1994 года. Празднование 20-летнего юбилея этого изобретения прошло 16-17 января 2014 года в Швейцарской высшей технической школе в Цюрихе. Хотя основная концепция усиления электромагнитных волн в полупроводниках со сверхрешеткой впервые была предложена еще в 1971 году Казариновым и Сурисом [Kazarinov R.F., Suris R.A. Possibility of amplification of electromagnetic waves in a semiconductor with a superlattice. – Fizika i Tekhnika Poluprovodnikov 1971, v.5 (4), p. 797–800], потребовалось более двадцати лет, прежде чем в 1994 году было создано реальное устройство. [J.Faist,



F. Capasso, D. L. Sivco, C. Sirtori, A. L. Hutchinson, and A. Y. Cho. Quantum Cascade Laser. – Science, 1994, v.264, p. 553]. Ключевые разработчики QCL и их практических приложений представили обзор 20-летнего успешного использования QCL от момента его создания. Квантовый каскадный лазер – полупроводниковый лазер, генерирующий излучение в диапазоне длин волн от середины ИК до терагерцевой области. В отличие от всех других лазеров работа и производительность QCL зависят от квантовой структуры материалов, атомные слои которых уложены в стопку. С приглашенным докладом "Квантовые каскадные лазеры: наша первоначальная концепция и некоторые последние теоретические разработки" выступили Р.Казаринов (Bell Labs, научный сотрудник в отставке) и Р.Сурис (ФТИ им.А.Ф.Иоффе); исторический обзор о роли молекулярно-лучевой эпитаксии в изобретении QCL представил А.Чо (Bell Labs); об истории и последних разработках на основе QCL, включая создание фотоприемников на основе квантовых точек, высокомошных лазеров для диапазона 3–5 мкм, рассказала М.Разети, директор Центра



**Р.А.Сурис**

квантовых устройств Университета Northwestern. Благодаря тому, что QCL работают в диапазоне длин волн, недостижимом в обычных условиях для других полупроводниковых лазеров, они имеют огромный потенциал развития для оптической связи.

[www.20yearsqcl.ethz.ch](http://www.20yearsqcl.ethz.ch)