

## ПРОИЗВОДСТВО СПЕЦИАЛЬНЫХ ВОЛОКОН

К. Болл, Rosendahl Nextrom, Финляндия

Специальное оптическое волокно является основой многих уникальных приборов – от генераторов суперконтинуума до оптических и фотоакустических сенсоров контроля климатических условий в шахтах, безопасности и целостности трубопроводов. Модернизация узлов оборудования системы вытяжки обеспечивает высокую воспроизводимость при производстве микроструктурированного волокна, а также минимальное биение при производстве высококачественного оптического SPUN-волокна и повышает безопасность работы оператора.

Специалистам хорошо известно оборудование компании Nextrom для производства оптического волокна – башни вытяжки. Для производства специального волокна Nextrom разработала полностью модернизированные версии башен OFC 20SF (рис.1). Этими устройствами оснащены наиболее ответственные участки предприятий, занимающихся исследованиями и производством специальных волокон. Конструкция системы вытяжки имеет много вариантов исполнения, все зависит от конкретных потребностей каждого заказчика. Однако основу любой конструкции создают следующие базовые блоки:

- каркас башни, занимающий малую площадь (1×1м);
- печь вытяжки с температурной стабильностью 0,5°С для кварца и мягких стекол;
- легко адаптируемые фильеры для нанесения покрытия;
- большие колеса тянущего устройства для волокон большого диаметра;
- узел управления линией последнего поколения с полным набором функций.

Варьируя основные блоки со специальными узлами, отвечающими за конкретные процессы, можно создать практически любой опто-волоконный продукт. Компания предоставляет большой выбор узлов, дополняющих базовую комплектацию. Эти узлы обеспечивают:

- вращение заготовки;
- контроль внутреннего давления заготовки;

## SPECIALTY FIBER PRODUCTION

K.Boll, Rosendahl Nextrom, Finland

Special optical fiber is the basis of many unique devices: from supercontinuum generators to optical and photoacoustic sensors for controlling climatological conditions in mines and pipelines safety and consistency. Modernization of Fiber Draw Tower units provides high reproducibility in the process of manufacturing of photonic crystal fiber, and also minimal runout in production of high quality SPUN optical fiber and increases the safety of the operator.

With a top to bottom update completed, the OFC 20SF Specialty Fiber Draw Tower (fig.1) is already delivered and proven in the most demanding research and production environments. The system has been engineered with flexibility in mind to ensure that each and every specialty draw



Рис.1. Башня вытяжки для производства специального волокна OFC 20SF

- УФ- и термоотверждение;
- роликовые устройства протяжки для волокна и капилляров;
- полиимидные и акрилатные покрытия;
- опции приемного устройства с барабанами диаметром до 1 м.

Nextrom также обеспечивает технологическую поддержку для производства различных продуктов, таких как РМ - волокон с сохранением поляризации; РСF - микроструктурированных волокон, LMA, тонких волокон, нанесение различных покрытий и многое другое, что позволяет компании Nextrom полностью покрывать спектр потребностей производителей специальных волокон, а также процессов.

### МОДЕРНИЗАЦИЯ УЗЛА КОНТРОЛЯ МОЩНОСТИ ПЕЧИ

Инновации, внедренные Nextrom, обеспечили лидирующее положение компании в промышленности. Недавно модернизации подвергся узел подачи электропитания и система управления печи башни вытяжки для специальных волокон (рис.2). Их использование вновь подтвердило репутацию оборудования компании как лидера по качеству и стабильности рабочей температуры. Усовершенствованная современными тиристорными контроллерами и новейшим программным обеспечением, последняя версия системы управления способна поддерживать стабильную температуру в печи с точностью более  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  при рабочих температурах выше  $2100^{\circ}\text{C}$  даже в условиях появления колебаний напряжения в сети. Система постоянно отслеживает входную мощность, а также обеспечивает высокоскоростную связь электрических шин с ПК (PLC), что позволяет очень быстро регулировать заданную мощность, чтобы компенсировать любые отклонения в линии подачи электропитания. В результате температура в печи поддерживается на чрезвычайно стабильном уровне, а это обеспечивает производство волокна наивысшего качества с минимальными вариациями значений диаметра.

### ПРОИЗВОДСТВО ФОТОН-КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

Рынок фотон-кристаллического (микроструктурированного) волокна (рис.3) значительно расширился в связи с открытием новых областей применения - датчиков, генераторов



Рис.2. Печь для вытяжки волокна

tower meets the precise needs of each customer. The backbone of the system is created by:

- Tower frame with a small footprint (1m x 1m)
- Draw furnace with 0.5C temperature stability for silica or soft glass
- Easily adaptable coating applicators
- Large diameter wheels for large fibers
- Latest generation Line Control with full production features.

And with selectable components the tower can be customized for almost any product.

- Preform spinning
- Preform internal pressure control
- UV and thermal curing
- Wheel and belt capstans for fiber and capillary pulling
- Polyimide and Acrylate coatings
- Take-up options up to 1m diameter reels.



Рис.3. Микроструктурированное волокно (PCF)



**Рис.4.** Система контроля давления в заготовке (PPCS)

суперконтинуума, высокомощных лазеров и многих других устройств. Для создания правильной внутренней структуры, заданной конструктором, необходимо постоянно контролировать давление внутри заготовки и волокна. В высокоэффективной системе контроля давления в заготовке компании Nextrom (PPCS – Preform Pressure Control System) (рис.4) это достигается за счет сочетания высококачественных компонентов с инновационным решением обратной связи контура управления. Каждая линия поддержания давления состоит из регулятора массового расхода газа высокой точности (PPG), вакуумного насоса, выпускного клапана, аккумулятора давления и датчика давления высокой точности. Игольчатые клапаны настроены таким образом, чтобы поддерживать небольшой расход газа с высокой воспроизводимостью. Такие условия гарантируют, что скорость потока через PPG поддерживается в пределах его идеального рабочего диапазона и соответствует показаниям датчика давления. Расширенные PID-регуляторы контуров управления компании Nextrom регулируют поток через PPG для поддержки установленного давления в заданных пределах с высокой точностью. В результате

Nextrom also provides process support for different products such as PM, PCF, LMA, Thin Fibers, different coatings and more making us the complete supplier for specialty fiber production.

### FURNACE POWER CONTROL UPDATES

Recent improvements in the NEXTROM Specialty Fiber Drawing Furnace (fig.2) power supply and control system have resulted in industry leading quality and temperature stability. By upgrading the control system with state-of-the art thyristor controllers and implementing a revolutionary software control system, the latest system is able to maintain a stable furnace temperature to less than  $\pm 0.5$  C while operating in excess of 2100C even in conditions where the supply power network experiences voltage fluctuations. The system includes constant incoming power monitoring as well as high speed bus communication to the PLC which allows for extremely fast regulation of the power set-point in order to compensate for any variations in the incoming line power. The result is an extremely stable furnace temperature producing the highest quality fiber, with minimum diameter variation.

### PHOTONIC CRYSTAL FIBER PRODUCTION

The photonic crystal fiber (PCF) (fig.3) market has grown with new applications such as sensing, supercontinuum generation, and high power lasers, to name a few. In order to maintain a proper internal structure it is important to regulate the pressure inside the preform and fiber. Nextrom's high performance Preform Pressure Control System (PPCS) (fig.4) achieves this with a mix of high quality components and innovative control loop feedback. Each pressure line consists of a high accuracy mass flow controller, vacuum pump, bleed valve, pressure accumulator tank, and high accuracy pressure transducer. The needle valves are adjusted to maintain a small, repeatable leakage to ensure that the mass flow controller flow rate is maintained within its ideal operating range and based on the pressure transducer measurement, Nextrom's advanced PID control loops adjust the mass flow controller flow to accurately maintain the pressure set point. The result is a system which can control and maintain the pressure to within  $\pm 0.1$  mbar even with the changing preform temperatures. In addition, the system can be configured to have multiple, independently regulated pressure lines for individual control in different regions inside the preform.

In addition to top of the line equipment, Nextrom's process engineers have commercial PCF production

система может контролировать и поддерживать давление в пределах  $\pm 0,1$  мбар даже при изменении температуры заготовки.

Кроме того, система может быть спроектирована таким образом, чтобы иметь несколько независимо регулируемых линий поддержания давления для индивидуального управления в различных местах внутри заготовки.

В дополнение к отличному оборудованию инженеры-технологи компании Nextrom обладают необходимым опытом производства коммерческого микроструктурного волокна и готовы оказать помощь в наладке всего процесса, чтобы сократить период обучения новых производителей или улучшить качество продукции действующих производителей.

### ВРАЩЕНИЕ ЗАГОТОВКИ

Особый интерес для производителей волоконно-оптических датчиков тока (ВОДТ) представляют волокна, сохраняющие поляризацию передаваемого излучения, так называемое SPUN-волокно. При изготовлении оптического волокна для таких датчиков волокно закручивают, используя вращающиеся патроны. Результатом вращения заготовки во время вытяжки является получение волокон, сохраняющих поляризацию как в линейном, так и в круговом направлениях. В процессе изготовления такого волокна важно поддерживать правильную центровку и concentricity патрона при работе в высокотемпературной зоне над печью вытяжки. Конструкция вращающегося патрона и связанных с ним подшипников должна обеспечивать плавное вращение подшипников и длительный срок их службы. Надо учитывать, что температура подшипников в процессе может повышаться на сотни градусов по сравнению с комнатной температурой. Nextrom принял к сведению эти требования и совместно с ведущими производителями подшипников разработал и рассчитал правильный тип подшипников, их зазоры и предельные нагрузки и создал вращающиеся патроны, обеспечивающие стабильную работу во всем диапазоне температур. Это привело к созданию системы вращения (рис.5) с биением менее 0,05 мм на конце патрона. Таким образом, оборудование производства компании Nextrom обеспечивает минимальное биение при производстве высококачественного оптического SPUN-волокна и повышает безопасность работы оператора. ■



Рис.5. Узел вращения заготовки для производства SPUN-волокна

experience and are available to assist in the whole PCF process to shorten the learning period for new producers or improve the quality for existing producers.

### PREFORM SPINNING

Spinning the preform during the draw results in a polarization maintaining fiber in both the linear and circular directions that can be used in fiber optic current sensors (FOCS). The design of the spinning chuck and related bearings is critical to maintain proper chuck alignment and concentricity while operating in the high temperature zone above the drawing furnace. The temperature of the bearings can rise hundreds of degrees from room temperature and proper design is essential to smooth rotation and long bearing lifetime. Nextrom realized this requirement and worked extensively with leading bearing manufacturers to design and calculate the proper bearing types, clearances, and preloads to ensure proper operation throughout the temperature range. This resulted in a spinning system (fig.5) with a runout of less than 0.05mm at the chuck end. The minimized runout produces the highest quality spun optical fibers and increases the safety of the operator. ■