DOI: 10.22184/1992-4178.2026.258.6.36.46

Фокус на сложные изделия как конкурентное преимущество

Визит на производство ЗАО «НКТ»

Ю. Ковалевский

Модель развития, когда компания, изначально создававшаяся как поставщик зарубежных решений, со временем организует собственное производство, локализуя на территории России изготовление продукции, в нашей отрасли встречается достаточно часто и стала особенно распространена в последние годы. Но от этого она не теряет ценности, а подчас именно такие предприятия становятся производителями уникальных для нашей страны изделий, часто превосходящих по ряду характеристик зарубежные аналоги, доступные на отечественном рынке.

Именно к таким компаниям относится ЗАО «НКТ» («Новые компоненты и технологии»), которая специализируется на поставке пассивных низко-, высокочастотных и оптических компонентов и кабелей, но вскоре после своего основания открыла направление производства собственных коаксиальных кабельных сборок, а затем расширила линейку выпускаемой продукции, добавив к ней волоконно-оптические изделия. До 2022 года компания являлась ключевым дистрибьютором ВЧ-, СВЧ- и волоконно-оптических компонентов HUBER+SUHNER в России. Плотная работа с данным производителем позволила перенять у него ряд подходов и методов, обеспечивающих высокие характеристики и качество выпускаемой продукции, которые не только применяются на производстве НКТ по сей день, несмотря на вынужденные изменения в перечне поставщиков комплектующих, но и были дополнены собственными решениями компании.

Во время нашего визита на производственную площадку предприятия специалисты НКТ рассказали нам о применяемых при изготовлении кабельных сборок технологиях и некоторых их особенностях, выделяющих изделия компании на фоне представленной на рынке продукции, в том числе из Китая.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПАНИИ НКТ

Компания НКТ была образована в 2010 году как дистрибьютор пассивных низко-, высокочастотных и оптических компонентов и кабелей, но уже в следующие полгода приступила к организации собственного производства. «Основным нашим партнером была швейцарская компания HUBER+SUHNER – один из мировых лидеров в области радиочастотных, волоконно-оптических и электрических соединительных компонентов. Когда акционеры озвучили идею создания своего производства, начались переговоры с данной компанией о том, чтобы она поделилась с нами технологией. После довольно длительных раздумий наш партнер согласился на этот шаг, и именно технологии HUBER+SUHNER легли в основу производства коаксиальных кабельных сборок нашего предприятия», – рассказал нам Алексей Гаврилов, директор по продажам НКТ.

В скором времени стала заметна тенденция роста интереса рынка не только к коаксиальным кабельным сборкам, но и к волоконно-оптическим. «Думаю, это определялось несколькими факторами, – продолжил Алексей Гаврилов. – Во-первых, эта технология начала дешеветь, а во-вторых, заказчики поняли, что, переходя на оптический тракт, можно существенно сократить общий бюджет линии. И уже в 2015 году мы стали задумываться о том, чтобы еще раз уговорить нашего партнера передать нам технологию производства – на этот раз оптических кабельных сборок. При этом мы понимали, что обычные оптические патч-корды в нашей стране уже выпускались многими компаниями, и нам нужно

было определить, что могло бы стать нашим конкурентным преимуществом».

В качестве такого преимущества было выбрано то, что компания сфокусировалась на изготовлении сложных изделий, таких как, например, соединители ODC (Outdoor Connector), обладающие степенью защиты от влаги и пыли IP68, и кабельные сборки на их основе, отличающиеся не только высоким уровнем пыле- и влагозащиты, но и стойкостью к механическим нагрузкам и жестким климатическим условиям. «У нас на тот момент уже были заказчики, потреблявшие такие сборки, – в основном из связной области. Исторически первый наш проект с данными изделиями относился к радиорелейной связи. Сейчас мы производим сборки с соединителями ODC и для других применений, в том числе для базовых станций сотовой связи, где они, в частности, обеспечивают соединение между выносным радиомодулем (RRU), обычно располагаемым на мачте, и блоком цифровой обработки сигнала (BBU), который, как правило, находится либо внизу мачты, либо в серверной. Базовые станции располагаются повсюду, в том числе на Крайнем Севере, и поэтому кабель может подвергаться достаточно суровым воздействиям окружающей среды», – рассказал директор по продажам компании.

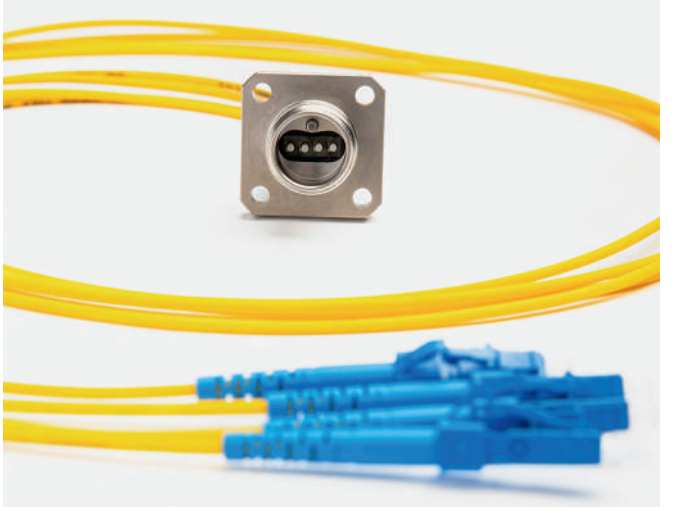
По технологии изготовления и применяемому оборудованию оптическая продукция существенно отличается от коаксиальных кабельных сборок, поэтому для создания производства таких изделий компании потребовалось некоторое время. Производство было создано в 2017 году. При этом не только была реализована технология швейцарского вендора, но и был получен статус его авторизованной производственной площадки – единственной в мире не входящей в состав группы HUBER+SUHNER. До 2022 года НКТ каждый год подтверждала этот статус, проходя переаттестацию: несколько изготовленных кабельных сборок отправлялись в HUBER+SUHNER, где они

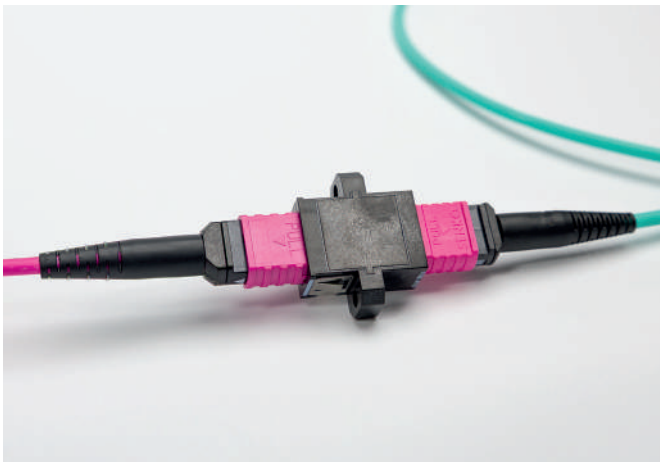
Алексей Гаврилов

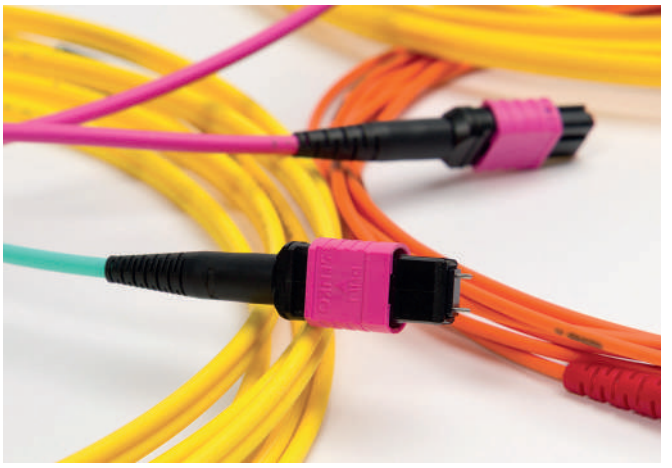
проверялись на соответствие целевым параметрам, технической документации и на соблюдение технологии, после чего выдавалось соответствующее заключение.

В 2022 году предприятие лишилось техподдержки со стороны HUBER+SUHNER и доступа к составным частям соединителей этого производителя, что поставило под угрозу дальнейшее развитие технологий компании НКТ. «Тогда мы начали процесс обратного инжиниринга и фактически создали соединитель ODC заново, спроектировали все его компоненты, при этом не изменив философию решения, сохранив его надежность и стойкость к жестким условиям эксплуатации. Нашли партнеров по кооперации в России, в Беларуси, в Китае. Таким образом мы получили полную технологическую независимость в отношении этих изделий», – продолжил Алексей Гаврилов.

Кабельные сборки с соединителями ODC-2


Соединитель ODC-4 в составе кабельной сборки





Кабельные сборки с соединителями MPO

По его словам, компания HUBER+SUHNER сейчас пошла по пути оптимизации стоимости данной продукции, однако в НКТ было принято решение сохранить фокус на качестве и надежности, поскольку именно они являются первостепенными требованиями заказчиков предприятия, и хотя с переходом на других поставщиков комплектующих себестоимость изделий несколько снизилась, специальных мер для их удешевления в ущерб надежностным характеристикам не предпринимается, с тем чтобы заказчики продолжали получать качественные и надежные продукты.

В компании постоянно внедряются новые технологии, в частности направленные на расширение спектра решений для телекоммуникационного направления. «Здесь я хотел бы сказать спасибо в том числе нашим китайским партнерам, благодаря которым мы смогли освоить производство, например, сборок с соединителями MPO, объединяющими до 24 световодов в одном оптическом наконечнике (ферруле). Такие решения востребованы в секторе, который мы считаем очень перспективным для нашей компании, – центрах обработки данных. Освоение подобных технологий подчеркивает следование нашему ключевому принципу – работать со сложными проектами», – добавил Алексей Гаврилов.

Павел Казаков

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОАКСИАЛЬНЫХ КАБЕЛЬНЫХ СБОРОК

Первая операция при производстве коаксиальных кабельных сборок – нарезка кабеля. По сути, это отпиливание заготовки нужной длины с помощью ножовки. Для качественного выполнения данной операции на предприятии применяются специализированные стусла, предназначенные для кабеля определенного диаметра.

«Наше производство – мелкосерийное. Даже если нам поступает заказ на несколько тысяч сборок, партия, как правило, включает изделия различной длины с соединителями разного типа, поэтому приобретение оборудования для автоматической нарезки кабеля не имеет смысла», – отметил руководитель производства Павел Казаков, показывавший нам данный цех.

После нарезки кабель необходимо подготовить к последующему монтажу соединителя. Эта операция называется разделкой кабеля и осуществляется на установке швейцарской компании Schleuniger, которая с помощью четырех вращающихся ножей снимает на определенной длине кабеля оболочку, далее – на меньшей длине – внешний проводник, а затем, также с отступом, внутренний диэлектрик, освобождая центральный проводник. Установка позволяет обрабатывать различные типы кабеля – гибкий, полужесткий, жесткий. Во время нашего посещения производства обрабатывался кабель типа Sucoform. «Мы работаем с разным сырьем – как с импортными кабелями и соединителями, так и с отечественными», – отметил Павел Казаков.

Также на производстве есть вторая машина для разделки кабеля – китайского производства. Она, по словам представителей предприятия, используется как дублирующая на случай выхода из строя или обслуживания швейцарской установки.

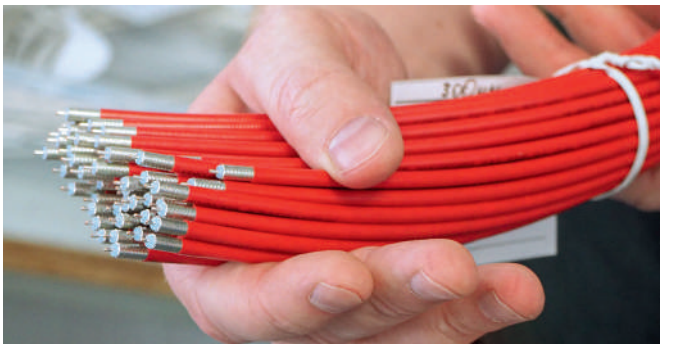
Далее маршрут разделяется на три ветви. В зависимости от типа соединителя, его монтаж на кабель может осуществляться пайкой, обжимом или сборкой резьбовым способом. В любом случае перед монтажом на кабель надеваются все необходимые изделия, которые будет невозможно надеть после выполнения операции, такие как термоусадочная трубка и трубка с маркировкой.

Комплектующие – детали коаксиальных соединителей

Разделка кабеля

Для пайки соединителей на кабель на предприятии применяются два метода – резистивный и индукционный. «Индукционный метод используется при изготовлении больших партий, когда, например, необходимо установить тысячу соединителей за один день, – пояснил Павел Казаков. – При индукционной пайке равномерно разогревается место подачи припоя. Операция выполняется быстро и с хорошей повторяемостью. Но при небольших объемах мы предпочитаем использовать резистивную пайку: она, при достаточно высоком уровне мастерства монтажника, которым все наши сотрудники обладают, позволяет лучше контролировать процесс. Но этот способ медленнее индукционной пайки».

Также руководитель производства обратил наше внимание на специализированную оснастку, применяемую при пайке соединителей. «Она используется далеко не на всех производствах, – сказал он. – Специальный держатель для центральных контактов позволяет избежать попадания припоя на наружную поверхность контакта, а тиски для кабеля освобождают руки монтажника. Благодаря этому проще выполнить равномерную пайку по всему периметру соединения, что важно для обеспечения высоких электрических характеристик сборки».



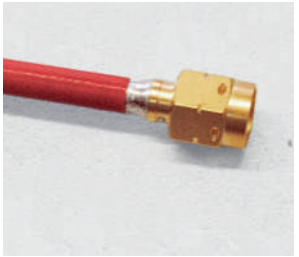
Разделанные кабели

При применении метода обжима сначала на кабель надевается, помимо прочего, обжимная втулка. Далее устанавливается контакт на центральный проводник. Затем внешний проводник равномерно распределяется по всей окружности хвостовика соединителя. После этого обжимная втулка ставится на хвостовик

и обжимается. Для обжима используется настольный инструмент, который не нужно держать в руках, что упрощает правильное размещение центрального контакта относительно корпуса и выполнение операции в целом. Для каждого типа соединителей применяется своя обжимная матрица.

Резьбовая сборка осуществляется с помощью динамометрического ключа, которым затягивается резьбовое соединение хвостовика и основной части соединителя,

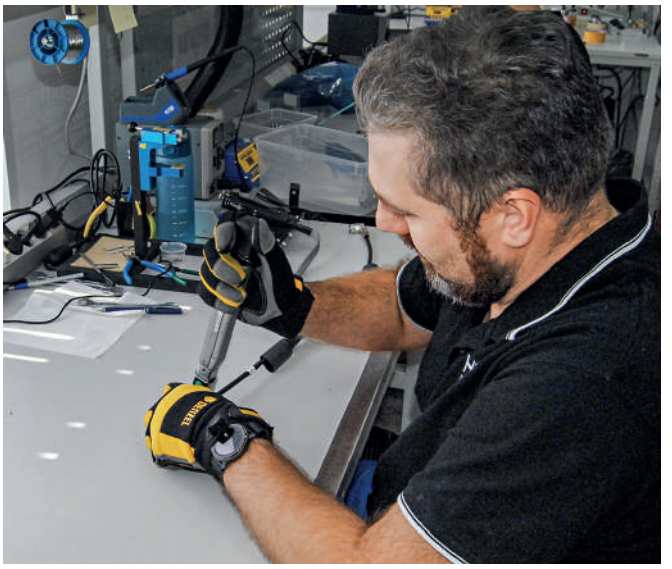
Установка корпуса соединителя резистивной пайкой



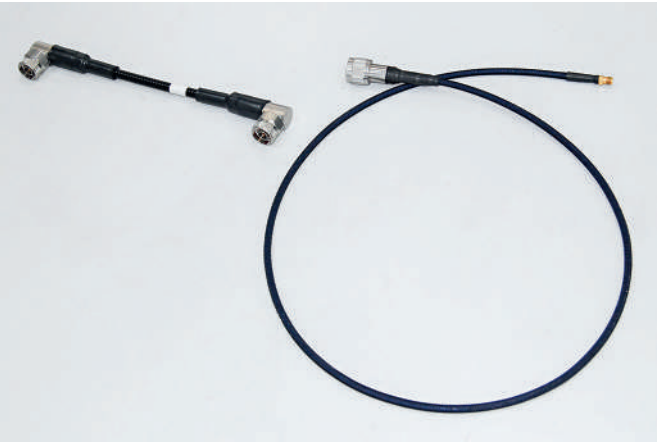
Соединитель, смонтированный на кабель пайкой

Выполнение монтажа соединителя методом обжима

Соединитель на кабеле после обжима



Монтаж соединителя методом резьбовой сборки



Готовые коаксиальные кабельные сборки с соединителями, смонтированные резьбовой сборкой (слева) и методом пайки с дополнительной механической защитой кабеля (справа)

что обеспечивает контакт между его корпусом и внешним проводником. Центральный проводник зажимается в цанге центрального контакта при установке основной части соединителя на кабель.

«Рабочие места монтажа соединителей на кабель у нас универсальные, – отметил Павел Казаков. – На каждом из них может выполняться монтаж любым из трех способов. Это связано с тем, что номенклатура изделий широкая, заказы разные, с различными типами соединителей, и поэтому содержать специализированные рабочие места под каждую технологию нецелесообразно: универсальные рабочие места позволяют гибко распределять работу в зависимости от того, какие изделия необходимо изготовить в данный момент».

По завершении монтажа соединителей осуществляется усаживание термоусадочных трубок. После этого

кабельная сборка, по сути, готова, но ей еще предстоит пройти контроль и измерение электрических параметров.

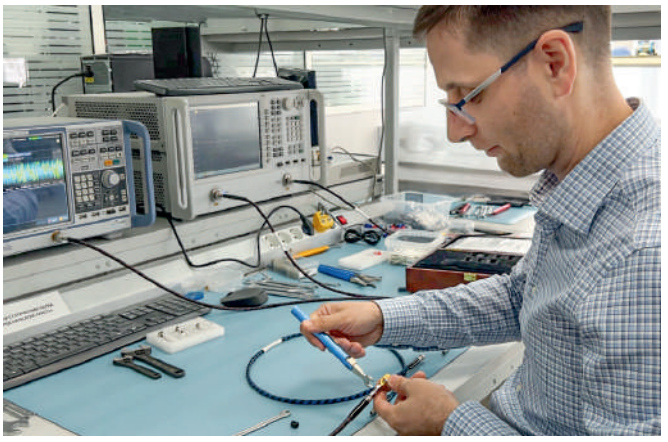
КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОАКСИАЛЬНЫХ СБОРОК

Парк измерительного оборудования компании для контроля и измерения электрических параметров изготовленных коаксиальных сборок включает три векторных анализатора цепей: два импортных, с рабочей полосой до 40 и 43,5 ГГц соответственно, и отечественный, производства ООО «Планар», с полосой до 18 ГГц. С помощью данных приборов выполняется измерение прямых и обратных потерь в кабельной сборке.

Перед контролем и измерением параметров изделий в обязательном порядке проводится калибровка. «Порт прибора имеет ограниченный ресурс, составляющий порядка нескольких сотен циклов подключения-отключения. На производстве же может выполняться подключение тысячи и более сборок за день, – объяснил Павел Казаков. – Поэтому для подключения изготовленных кабельных сборок к измерительному оборудованию используются измерительные сборки с адаптерами. Как только исчерпывается ресурс адаптера – а опытный инженер это видит по электрическим характеристикам – адаптер заменяется на новый. Если ресурс заканчивается у измерительной кабельной сборки из-за того, что много раз заменялся адаптер, меняется уже эта сборка. Таким образом существенно продлевается ресурс портов прибора. Но при этом важно исключить влияние дополнительных компонентов тракта на результаты измерений, для чего и производится калибровка».

По требованию заказчика также может выполняться тест на фазовую согласованность и фазовую стабильность.

Фазовая согласованность важна в тех случаях, когда электрическая длина и время прохождения сигнала



Выполнение контроля и измерения электрических параметров коаксиальных сборок

Владимир Середенко

должны отличаться от одной кабельной сборки в партии к другой не более, чем на определенную величину. Это может быть критичным, например, в таких областях применения, как фазированные антенные решетки, поскольку рассогласование фаз в разных элементах решетки может приводить к неправильному формированию луча антенны.

Фазовая стабильность – способность сборки сохранять электрическую длину и сдвиг фазы при изменении внешних условий. «В основном на электрическую длину влияют изменения температуры и изгиб кабеля. Но поскольку наши фазостабильные СВЧ-сборки применяются преимущественно для лабораторных измерений, а в лабораторных условиях температура, как правило, стабильна, то прежде всего сборку необходимо протестировать на стабильность характеристик при изгибе», – рассказал нам Владимир Середенко, технический директор НКТ.

«Фазостабильные кабельные сборки, предназначенные для лабораторных измерений, – одни из недавно освоенных на нашем производстве и, вероятно, самые высокотехнологичные изделия в области коаксиальных сборок, которые мы выпускаем на сегодняшний день», – добавил он. Речь идет о семействе TestFlex®, включающем изделия с верхней границей рабочей частоты 26,5, 50 и 67 ГГц. По словам представителей компании, в настоящее время на ее собственном производстве локализовано изготовление сборок TF50 и TF50A с границей частоты 40 ГГц как наиболее востребованных на рынке.

«Кабельные сборки TF50A тонкие, гибкие, удобные в работе. Они обладают высокой надежностью. Снаружи они имеют оплетку из арамидной нити, внутри – стальную оплетку и пружину, ограничивающую радиус изгиба. Сборки доступны с широким ассортиментом соединителей, включая SMA, N-тип, 3,50 мм, 2,92 мм, 2,40 мм, что обеспечивает совместимость с основными

Кабельные сборки TestFlex®

типами измерительного оборудования. Длина кабельной сборки и конфигурация соединителей выполняются в соответствии с требованиями заказчика. Стабильность электрических характеристик обеспечивается, во-первых, свойствами материала. При производстве кабеля влияние оказывает даже изменение температуры на производственном участке и при хранении сырьевого материала. Во-вторых, важна конструкция кабеля. В-третьих – соблюдение технологии при изготовлении кабельной сборки, – рассказал Владимир Середенко. – Выбирая поставщика, мы провели аудит более десятка китайских производителей, выбрали лучшего, а при постановке на производство наши монтажники проходили обучение непосредственно у производителя кабеля. Одна из причин того, почему наш выбор пал именно на эту компанию, заключается в том, что и кабели, и соединители у нее производятся на одном заводе, что обеспечивает лучшее сочетание геометрии соединителя и кабеля. В итоге локализация данного решения и наличие компонентов на складе в Москве дает нам возможность обеспечить для заказчика короткий срок поставки и оперативный ремонт, а для нашего производства это отличная возможность доказать высокий технологический уровень».

Павел Казаков добавил: «Мы видим востребованность кабельных сборок с повышенной надежностью. Так, заказчики стали чаще обращаться за изделиями с дополнительной внешней защитой от истирания. Для этих целей мы предлагаем дополнительную нейлоновую оплетку, которая надевается на кабель и фиксируется термоусадочной трубкой. Также заметна тенденция роста частот. Мы всё чаще изготавливаем сборки с верхней границей рабочей частоты 18 и 26,5 ГГц. Выпускаем очень большое количество сборок до 40 ГГц».

Также он рассказал, что на производстве компании может выполняться практически любая маркировка кабельных сборок, а упаковка партии может осуществляться в соответствии с местом назначения: если изготавливаются кабельные сборки, которые будут применяться заказчиком на объектах, например, в разных городах, партия разбивается на соответствующие комплекты, которые упаковываются отдельно и отправляются по указанным адресам.

По требованию заказчика в упаковки с готовыми кабельными сборками вкладываются отчеты с результатами измерений вносимых и обратных потерь для каждой сборки, а также данные контроля фазовой стабильности.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЬНЫХ СБОРОК

С технологическим процессом изготовления оптических кабельных сборок нас познакомил Евгений Соломатин, главный технолог НКТ.

Евгений Соломатин

Как и в случае коаксиальных кабельных сборок, процесс начинается с нарезки кабеля. Здесь она выполняется на специализированной установке по заданной программе. Отрезанная заготовка кабеля автоматически сворачивается в бухту.

Затем на кабель надеваются комплектующие – маркировочные трубки, хвостовик соединителя, обжимная втулка и т. п., и только после этого осуществляется разделка кабеля. Такая последовательность операций связана с тем, что на разделанный кабель надевать отдельные компоненты сложно и, кроме того, возникает риск повреждения световода.

Разделка кабеля может выполняться как вручную, так и на полуавтоматическом оборудовании. В первом случае для разметки областей, на которых должны быть сняты оболочка и силовой элемент (обычно – арамидные нити), применяются разделочный шаблон и маркер. Для каждого типа соединителя используется свой шаблон. Во втором случае разделка осуществляется по заданной программе. Выбор способа разделки осуществляется исходя из объема партии.

Световод кабеля вклеивается в соединитель с помощью двухкомпонентной эпоксидной смолы, которую предварительно необходимо подготовить. Компоненты состава в определенной пропорции смешиваются

Установка нарезки оптического кабеля. В правой ее части видны два лотка для бухт нарезанных заготовок

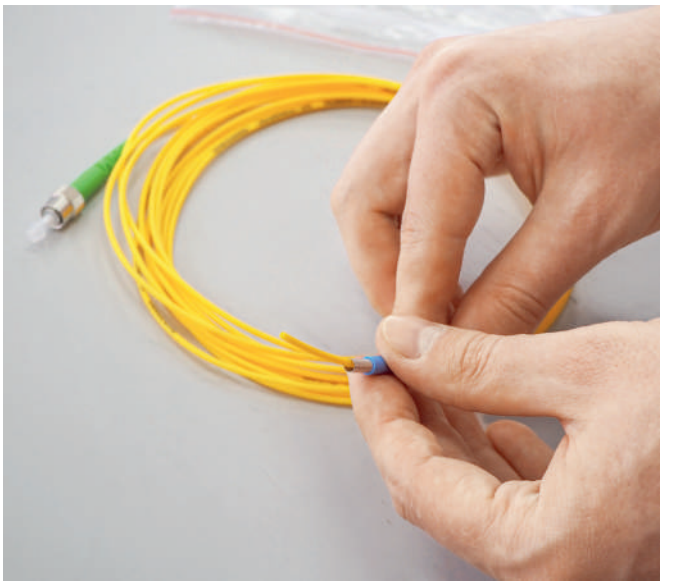
сначала вручную, а затем в центрифуге в течение 10 мин при скорости вращения около 2 000 об/мин – для удаления пузырьков воздуха и образования однородной массы. «Диаметр капилляра – отверстия в оптическом наконечнике, в которое вставляется световод, очень мало – всего 125 мкм. Если в зазоре между световодом и стенками отверстия будут неоднородности, а тем более – пузырьки воздуха, это может со временем привести к механическому повреждению световода», – пояснил Евгений Соломатин.

Время жизни смешанной смолы составляет около 4 ч, но если она начинает загустевать раньше, то ее можно немного подогреть, что снижает ее вязкость и позволяет использовать ее еще некоторое время.

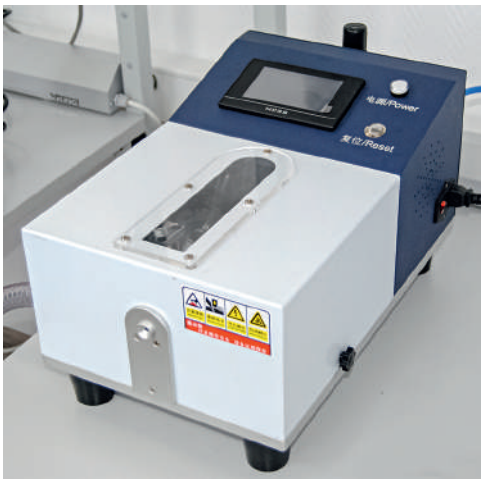
В капилляр смола вводится с помощью дозатора, на котором выставляется определенное давление и время подачи. На шприц дозатора при этом надевается адаптер, соответствующий типу соединителя, который исключает попадание смолы вне капилляра.

Признаком того, что смола введена в капилляр правильно, является небольшая ее капля на торце оптического наконечника. Эта капля аккуратно вытирается, и наконечник помещается в бронзовую втулку, которая, в свою очередь, вставляется в алюминиевый держатель. О назначении этой втулки речь пойдет ниже.

Затем капилляр оптического наконечника совмещается со световодом кабеля, и световод вводится в него вращательно-возвратными движениями, охватывающими угол ±45°, для равномерного распределения смолы по световоду. «Световод должен дойти до упора, но очень важно не приложить слишком большого усилия. Поэтому данная операция, как и многие другие в изготовлении оптических кабельных сборок, должна выполняться очень опытным работником», – отметил Евгений Соломатин.



Надевание комплектации на заготовку кабеля

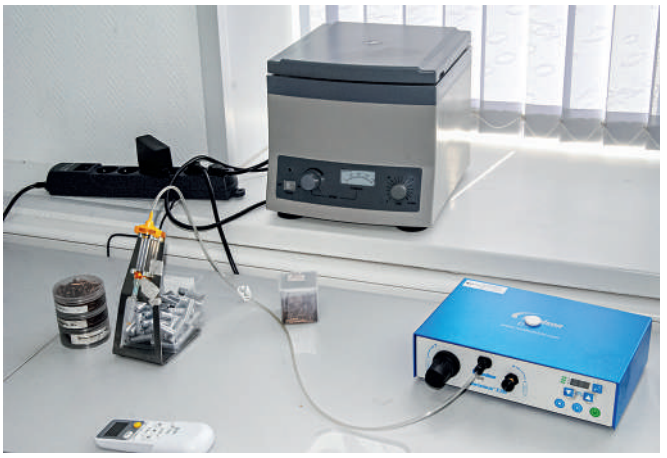


Установки разделки оптического кабеля и внутреннего модуля 0,9 мм

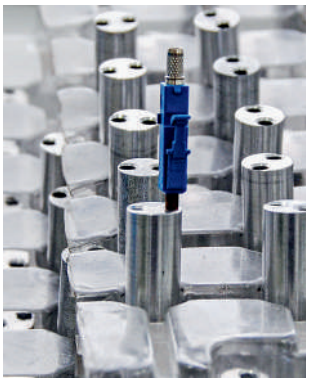
Полуавтоматическая машина для обжима оптических соединителей

После этого вокруг кабельного ввода соединителя равномерно распределяются арамидные нити силового элемента кабеля. Правильное их распределение играет ключевую роль в обеспечении прочности конструкции на разрыв. Сверху на нити надевается обжимная втулка и обжимается в виде шестигранника. Обычно эта операция выполняется на полуавтоматической обжимной машине. По словам главного технолога, качество обжима – один из параметров, который ранее контролировался компанией HUBER+SUHNER при проверке соответствия технологии. В частности, проверялось расстояние между противоположными гранями шестигранника, которое является показателем качественного обжима, а следовательно, и самого соединения.

Затем производится ускоренное отверждение смолы, для чего изделие помещается в нагревательную установку, где выдерживается около 20 мин при температуре 100–110 °С. Именно на этом этапе свою роль играет бронзовая втулка, в которую установлен оптический наконечник. Она способствует равномерному распределению температуры по наконечнику, что, в свою очередь, обеспечивает более равномерное отверждение смолы, снижая механические напряжения в соединении, которые могут приводить к надлому световода в наконечнике. «Это нестандартное решение, – сказал Евгений Соломатин. – На китайских производствах, как правило, оно не применяется, из-за чего повышается количество брака. Мы же нацелены на достижение высокого качества, поэтому используем подобные подходы».



Центрифуга для смешивания эпоксидной смолы (вверху) и дозатор (внизу)



Оптический наконечник в бронзовой втулке и алюминиевом держателе

Нагревательная установка для ускоренного отверждения эпоксидной смолы

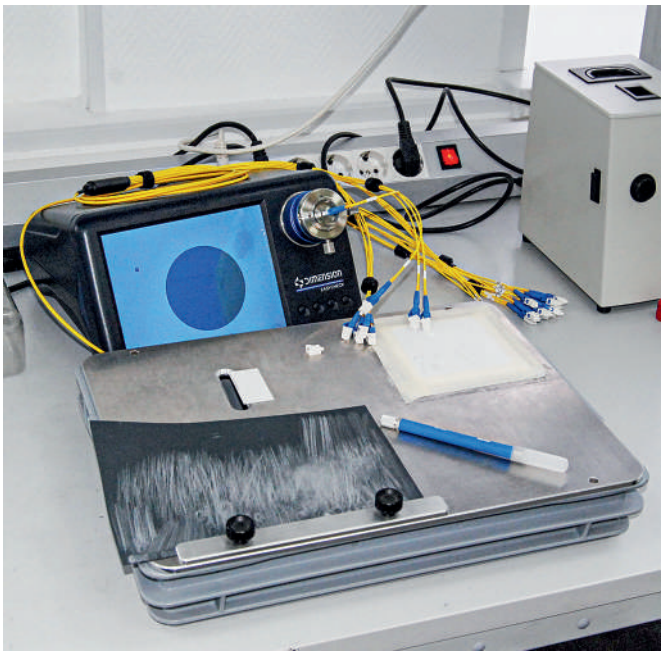
Затем втулка снимается с наконечника аккуратными вращательно-возвратными движениями. Признаком правильного отверждения смолы является изменение ее цвета с желтого на бордовый, что контролируется перед выполнением следующей операции – скалывания излишка световода, которое осуществляется с использованием специального керамического или сапфирового лезвия. «Скалывание обычно в Китае тоже не делают, отправляют наконечник сразу на полировку – заметил главный технолог. – Однако при прижиме полировальной оснастки к абразивному материалу такой процесс может приводить к образованию сколов и трещин в световоде. Более того, осколки остаются на абразивной поверхности полировальной машины и могут повредить полируемое изделие».

После данной операции выполняется контроль качества ее выполнения с помощью видеомикроскопа при увеличении 400x. Сколы световода при таком увеличении выглядят буквально, как разбитое стекло. Сколы световода внутри наконечника недопустимы, такое соединение считается бракованным. Но возможна ситуация, когда было сколото недостаточно, что может быть исправлено ручной полировкой на абразивном материале с низкой зернистостью.

Далее выполняется еще одна проверка, которая, по словам Евгения Соломатина, также осуществляется далеко не на каждом производстве. На этом этапе определяется, передает ли свет полученное соединение. Это достаточно грубая оценка качества, но на данном этапе ее достаточно, чтобы выявить очевидный брак.

Собственно, полировка оптического наконечника включает несколько этапов. Первый этап – грубая полировка, при которой удаляется слой эпоксидной смолы. Последующие этапы – прецизионные, на каждом следующем из них применяется абразивный материал с более тонкой зернистостью – вплоть до 0,02 мкм – для создания абсолютно ровной глянцевой поверхности световода и наконечника, исключающей любые неоднородности, что несомненно важно при физическом контакте соединителей.

В зависимости от типа оптического наконечника применяются разные абразивные материалы. Керамические наконечники полируются алмазным абразивом, наконечники из пластика (полифениленсульфида, полиэфиримида) – абразивами на основе оксида алюминия, оксида церия и др. Для смягчения полировки применяются дистиллированная вода и различные суспензии – также в зависимости от типа наконечника.



Видеомикроскоп (на заднем плане) и абразивный лист для ручной полировки (на переднем плане)

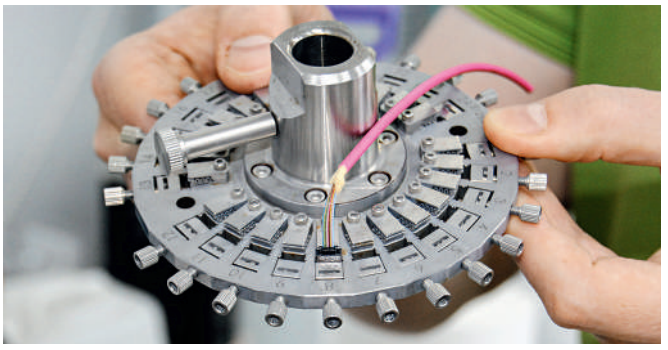
Производство НКТ оснащено несколькими полировальными машинами с различными возможностями. Выбор применяемой установки определяется целесообразностью с учетом требований к качеству изготавливаемого изделия. «Качество выполнения полировки критически влияет на характеристики готовой продукции, – отметил Евгений Соломатин. – Чтобы его обеспечить, необходима достаточно сложная работа с производителем оборудования, учет рекомендаций производителя абразивных пленок. До получения желаемого результата при постановке процесса полировки каждого типа соединителей приходится выполнить несколько итераций, чтобы правильно подобрать режимы».

После полировки и контроля качества ее выполнения оптическая кабельная сборка представляет собой практически готовое изделие. Остается только выполнить окончательный контроль и измерение ее параметров.

КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЬНЫХ СБОРОК

Контроль и измерение параметров готовых оптических сборок начинается с операции визуальной инспекции

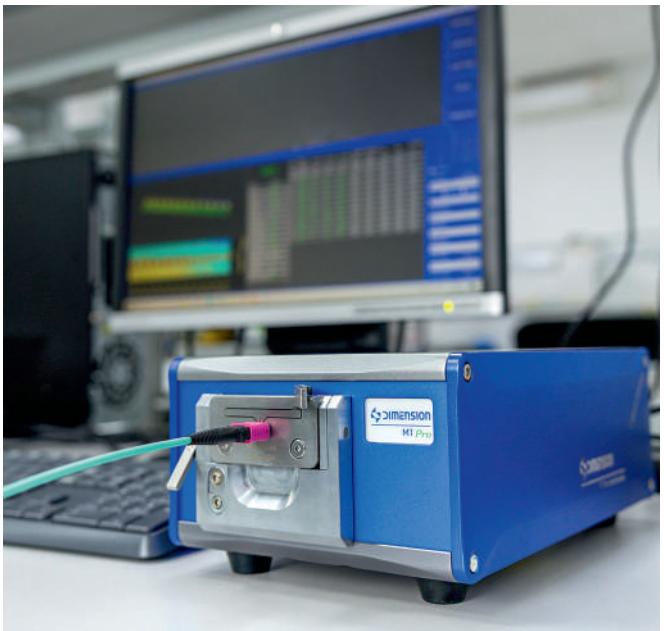
Машины для полировки оптических соединителей



Держатель многоволоконных наконечников с фиксатором высоты, обеспечивающий одинаковое положение торцов наконечников на абразивной пленке

на предмет наличия сколов и царапин, которая осуществляется с помощью видеомикроскопа. Решение о забраковке изделия принимается с применением технологической карты, в которой приведена информация о допустимости различных сколов и царапин в соответствии со стандартами МЭК.

«У многих китайских производителей на этом контроль сборок заканчивается, – рассказал Евгений Соломатин. – Мы же проводим дополнительный контроль соответствия изделий установленным требованиям – измерение геометрии торца оптического наконечника, то есть качества его полировки и центрирования световода в наконечнике. Для этого применяются волоконно-оптические



Волоконно-оптический интерферометр

интерферометры. Сейчас на нашей площадке два таких прибора, планируем приобрести третий».

Интерферометры позволяют не только визуализировать геометрию оптических наконечников, но и автоматизировать контроль ее параметров, таких как угол скоса, выступание световода во внешнюю часть наконечника, его положение в наконечнике и т. п., поскольку требуемые значения этих параметров для различных типов соединителей, указанные в соответствующих стандартах МЭК, прописаны в программах для данных приборов.

В случае выявления отклонений проводится их анализ, по результатам которого изделия могут быть забракованы либо отправлены на повторную полировку. Также на основании данного анализа могут быть предприняты меры по коррекции технологического процесса.

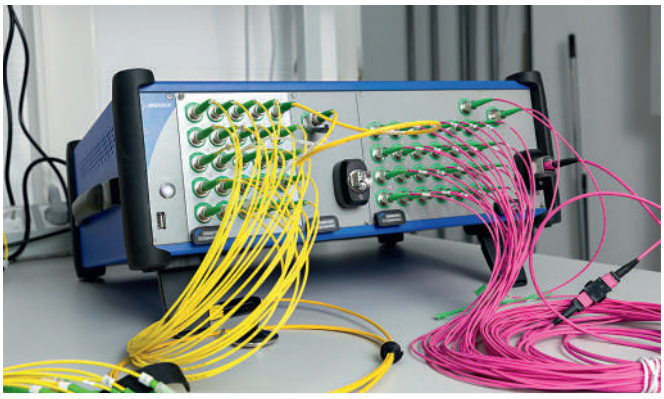
На финальном этапе выполняется измерение интегральных параметров оптических кабельных сборок, а именно вносимых и обратных потерь. Для этого применяются измерители мощности. По словам Евгения Соломатина, изготавливаемые на предприятии сборки обладают вносимыми потерями менее 0,3 дБ на соединении, а их обратные потери превышают 50 дБ при прямой (UPC) и 72 дБ при угловой (APC) полировке. Измерения проводятся для каждой сборки (соединения), и их результаты заносятся в протокол, который выдается заказчику.

Завершая экскурсию по цеху, главный технолог НКТ рассказал, что на текущий момент предприятие в основном выпускает оптические кабельные сборки с одномодовым волокном, что связано с историческими причинами, но при этом компания обладает технологиями для изготовления и многомодовых сборок, которые уже начали производиться на ее производстве. Также Евгений Соломатин показал примеры сборок с соединителями ODC, о которых в начале нашего визита в компанию рассказал Алексей Гаврилов, отметив, что эти изделия протестированы аккредитованной лабораторией, в частности, на стойкость к термоциклированию и синусоидальной вибрации, а их производство полностью локализовано на мощностях предприятия.

***

Говоря о философии компании, направленной на работу со сложными проектами, Алексей Гаврилов отметил, что технологии предприятия находятся если не на переднем крае, то очень близко к нему, и это позволяет развивать производство, инвестировать в новые технологии и современное оборудование, осваивать перспективные изделия. «Мы стараемся обеспечить для наших заказчиков ту самую технологическую независимость, которая в наши дни так важна, пусть и в таком сравнительно простом решении, как кабельные сборки», – сказал он.

Посетив производство НКТ, мы увидели, как эта философия реализуется на практике, и надеемся, что следование ей будет и далее приносить пользу заказчикам компании и способствовать дальнейшему росту и развитию предприятия.



Измерители мощности: одноканальный (слева) и многоканальный (справа)

NKT PRO инженерный стандарт без компромиссов

NKT PRO — собственный бренд компании НКТ, предлагающий решения в области коаксиальных и оптических соединений, включая соединители, кабели, кабельные сборки и пассивные компоненты.

Продукция адаптирована под требования российских заказчиков: совместимость, стабильность характеристик и технологическая независимость без потери качества.

AeroFlex®

Бортовые сборки для космических аппаратов

BTE

Миниатюрные СВЧ сборки

TestFlex®

Фазостабильные сборки для измерительных задач

EcoTest®

Экономичные сборки для измерений

MIL-DTL-38999

Мультикоаксиальные соединители и кабельные сборки

ODC®

Защищенные оптические кабельные сборки

OFC

Многоволоконные сборки

СВЧ кабели

Гибкие, полужесткие, формируемые вручную

NKT.RU

7 495 787 05 50