

А. И. ФИЛИПЕНКО, д-р техн. наук, профессор ХНУРЭ, Харьков;
Е. М. АНПИЛОГОВ, канд. техн. наук, доц. ХНУРЭ, Харьков;
И. Е. АНПИЛОВА, инженер-стажер ХНУРЭ, Харьков

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ТОРЦОВ НАКОНЕЧНИКОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ НА ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЯХ

Розроблена технологія доводки світлових наконечників на основі водорозчинних паст з використанням надтвердих та «м'яких» абразивних матеріалів. Проведений аналіз експериментальних досліджень по існуючій та пропонованій технології, по якості оброблювальних поверхонь.

Разработана технология доводки световых наконечников на основе водорастворимых паст с применением сверхтвердых и «мягких» абразивных материалов. Проведен анализ экспериментальных исследований по существующей и предлагаемой технологии, по качеству обрабатываемых поверхностей.

О technology of processing light waveguide connectors on the basis of water-soluble pastes with use of superhard and "soft" abrasive materials is developed. An analysis of experimental studies in the quality of processing surfaces is carried out according and suggested technologies.

Основным направлением развития систем обработки и передачи информации является использование оптического диапазона электромагнитных волн, что дает значительные преимущества по быстродействию и надежности такой аппаратуры. При этом важное значение имеют конструктивные особенности и технология изготовления компонентов световодных систем передачи информации.

В настоящее время требования к качеству обработки деталей компонентов волоконно-оптических линий связи сформулированы на основе влияния отдельных геометрических параметров на оптические характеристики этих компонент. В частности, при обработке торца штекера разъемного соединения важной задачей является обеспечение минимального переходного затухания, что, в свою очередь, требует глубокого исследования зависимости геометрических и физико-химических параметров поверхностей оптического наконечника от применяемой технологии доводки.

Перенести результаты исследований из других областей формообразования поверхности затруднительно, так как в типовом случае обрабатываемая структура оптического наконечника состоит из весьма незначительных по площади, чередующихся участков металла, полимера, стекла с различными физико-химическими свойствами.

Процесс доводки торца оптического наконечника должен обеспечить достижение заданной точности размеров, параметров качества поверхности,

минимальные изменения физико-химических свойств материалов. Соблюдение требований обеспечит стабильность работы соединения.

Существующая технология обработки торцевой поверхности наконечников разъемных соединений световодов предполагает подрезку наконечника преимущественно алмазным кругом на специальных станках, обеспечивающих перпендикулярность торца цилиндрической, так называемой базовой поверхности. Размер зерна алмазного круга лежит в пределах 10–15 мкм и, естественно, вызывает соответствующие дефекты на поверхности торца. После подрезки эта поверхность соответствует $R_a = 1$ мкм и перпендикулярна базовой поверхности с погрешностью 5 мкм на обрабатываемом диаметре. Длина базовой поверхности соответствует номинальной с припуском 1–2 мкм. Следующей операцией является полирование торца на полировальных кругах из кожи последовательно окисью железа и оптическим полиритом в течение 15–20 минут. Наконечник и полировальный круг совершают сложное движение друг относительно друга» что предполагает нивелирование условий обработки наконечника с различных сторон и различных наконечников в касете. Благодаря большой емкости кассеты длительность полирования не является существенным препятствием, ограничивающим производительность.

После полирования шероховатость поверхности световода доводится до 0,025 мкм по параметру R_a , что вполне удовлетворяет требованию, исходя из допустимого переходного затухания» вызываемого шероховатостью.

Однако вследствие малых размеров обрабатываемых площадей отдельных материалов (порядка десятка квадратных микрометров) и их различных физико-химических свойств на торцах кварцевой жилы и стеклянного капилляра при подрезке появляются дефекты в виде трещин и сколов. Размеры дефектов сравнимы с размерами обрабатываемых площадей и не устраняются полировкой, что приводит к значительным потерям передаваемой через компоненты энергии и искажению информации. Но основная опасность заключается в инициировании дефектами последующего разрушения кварцевой жилы и капилляра в процессе климатических и других видов воздействий.

Для решения поставленной задачи авторами проведен анализ причин, способствующих появлению дефектов и эксперименты, подтверждающие сделанные выводы.

Так при подрезке торца кругом на основе связанного абразива на границе перехода между различными материалами появляются трещины и вырывы хрупкого стекла из образца. Величина и количество дефектов мало зависят от относительной скорости инструмента и детали. Однако, размеры, материал и форма абразивного зерна имеют решающее значение. Так называемые «мягкие» абразивы с менее острыми гранями дают значительно меньшее число и размеры дефектов, но производительность, стоимость и некоторые параметры качества обработки при работе с таким инструментом не удовлетворяют предъявляемым требованиям. Тем более что в настоящее

время актуальной стала проблема создания универсальной технологии, позволяющей вести обработку наконечников, как в условиях цеха специализированного промышленного предприятия, так и в полевых условиях без использования громоздкого и энергоемкого оборудования.

Предположение, что обработка торца не связанным абразивом после подрезки при небольших относительных скоростях инструмента и детали даст положительные результаты, подтвердилось при предварительных экспериментах. В этих экспериментах были применены серийные алмазные и эльборовые пасты на жировой и водорастворимой основе в сочетании со стальным притиром [1–3].

Обработка наконечников после подрезки алмазным кругом с размером зерна 10 мкм проводилась его шлифованием последовательно пастами АСМ 10/7 ПВМ, АСМ 3/2 ПВМ и АСМ 2/1 ПОМ с удельным давлением 35 кПа и относительной скоростью 2 м/с, продолжительность обработки на каждой ступени составляла 1–2 минуты. При этом суммарный съём припуска равен 25–30 мкм. Шероховатость поверхности кварца в пределах $R_a = 0,032$ мкм и наконечника из нержавеющей стали ГОСТ 5632-72 $R_a = 0,063$ мкм. Наблюдалась значительная выборка клеевого материала на основе эпоксидов (см. рис. 1), которая достигала 3–4 мкм по глубине. Дефекты в виде сколов размером до 5 мкм присутствовали, в основном, на материале капилляра, причем их размеры и количество в значительной мере отличались от партии к партии образцов, что можно отнести к различным физическим свойствам стекла капилляра в них.

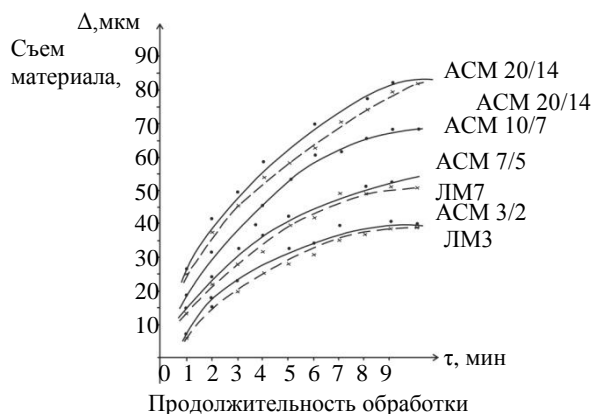


Рис. 1 – Зависимость съема материала от продолжительности обработки

В последующем была проведена серия экспериментов с различными материалами абразивов, притиров, а также относительных скоростей и давлений (см. рис. 2, 3).

Из всех вариантов сочетаний этих факторов наиболее приемлемым оказалось применение притира, покрытого лавсановой калькой ТУ 6–17–71–80 с нанесенной на ее поверхность абразивно-доводочной смесью на основе синтетического алмаза (для предварительной шлифовки) кубического нитрида бора (для финишной доводки).

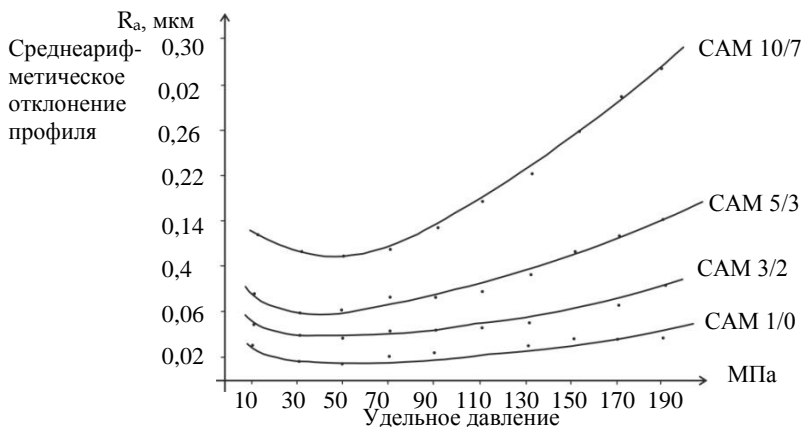


Рис. 2 – Зависимость среднеарифметического отклонения профиля от удельного давления

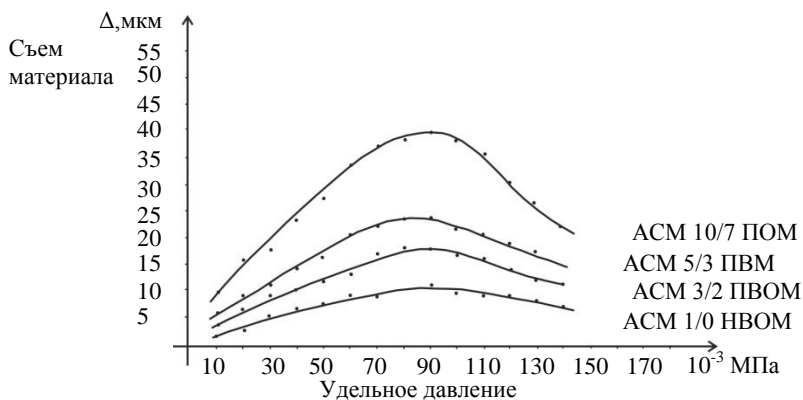


Рис. 3 – Зависимость съема материала от удельного давления

Для получения удовлетворяющей предъявляемым требованиям поверхности торца наконечника световода в этом случае достаточно двух переходов после подрезки. Предварительная шлифовка осуществляется алмазной пастой, основными компонентами которой являются порошок

синтетического алмаза размером АС 5/3 мкм и концентрацией 3 % по массе в высокомолекулярном соединении. Шлифовка осуществляется на станке с вращающимся притиром и колебательными движениями параллельно притиру кассеты с деталями. Это позволяет поставить практически все обрабатываемые детали в равные условия. Такая шлифовка в течение 2–3 минут при относительной скорости перемещения притира 2 м/с и удельном давлении 35 кПа позволяет снять припуск на детали порядка 20–25 мкм, что практически гарантирует удаление дефектного слоя с трещинами и смолами материала жилы и капилляра (см. рис. 3).

Это несколько противоречит установившемуся мнению о том, что зернистость абразива в 2–3 мкм не может дать такого качества поверхности. Но в результате предварительных исследований обнаружен процесс интенсивного дробления зерен этого абразива и скругление его граней, что и обеспечивает незначительную шероховатость в результате обработки.

По результатам контроля геометрических параметров наконечников (после их обработки) установлены значительные колебания длины базовой поверхности. Даже при соблюдении стабильности всех учитываемых факторов при обработке, этих колебаний не удалось исключить.

Для решения этой задачи авторами разработано специальное приспособление к станкам с вращающимся притиром, которое позволяет обеспечивать точность длины базовой поверхности и отклонение от перпендикулярности относительно этой поверхности в пределах 2–3 мкм.

Предлагаемые составы на синтетических жирных спиртах с применением поверхностно-активных веществ позволяют улучшить санитарно-гигиенические условия труда на операциях доводки, так как вместо органических растворителей (спирт, бензин, керосин и т.д.) применяется техническая вода с температурой 30–40°C для удаления составов доводки с обработанной поверхности.

Таким образом, решена задача получения отвечающих предъявляемым требованиям торцевых поверхностей штекеров разъемных соединителей и переключателей ВОЛС, обеспечивающих минимальное переходное затухание.

Список литературы: 1. *Невлюдов И. Ш.* Водорастворимая абразивная паста для обработки прецизионных деталей приборов / *И. Ш. Невлюдов, Е. М. Анпилогов.* – Х. : ХЦНТИ, 1980. – 4 с. 2. *Невлюдов И. Ш.* Устройство для обработки оптических наконечников / *И. Ш. Невлюдов, Л. П. Леценко [и др.]* // А. С. № 1610454. – Бюл. № 44. – 1990. – 4с. 3. *Анпилогов Е. М.* Паста для обработки деталей из стальных и алюминиевых материалов / *Анпилогов Е. М. [и др.]* // Патент № 48199. – Бюл. №52010. – 4 с.

Надійшла до редколегії 10.05.2012