**Фотоотверждаемые силиконовые эластомеры и оптические клеи**

Батталов Э.М., Прочухан Ю.А.

Широкое использование силиконовых эластомеров в качестве покрытий для оптических волокон (как наиболее подходящего материала для отражения сигналов, проходящих по оптическому волокну с наименьшими потерями [1-8]) ограничивается из-за малой скорости их термоотверждения на поверхности кварцевых волокон. Существенным достижением явилось открытие УФ-отверждаемых силиконовых композиций [9-14], позволяющих резко (в десятки раз) увеличить скорость нанесения покрытия во время вытяжки оптического волокна. Фирма “Dow corning” выпустила УФ-отверждаемый силиконовый эластомер под названием “Optigard”. [10]. Композиция предназначена для первичного буферного покрытия оптического волокна. Низкий модуль упругости позволяет покрытию распределять локальные напряжения, предотвращая концентрацию нагрузки, приводящую к микроизгибанию световода. Из-за низкой температуры стеклования (-1260 С) модуль упругости остается низким в широком интервале температур (от -600 С до +1250 С). Эти данные представлены в проспекте фирмы по использованию композиции “Optigard”.

В дальнейшем интерес к УФ-отверждаемым силиконовым композициям значительно возрос [11-14]. Композиция на основе полиорганосилоксанов предложена авторами [11]. Количество фотоинициаторов (ароматические углеводороды ацето- и бензохинонные производные, о-бензоилбензоат, бензоин и его алкиловые эфиры, тиоксантоны, органические пероксиды) достигает до 0,002-30,0 % от массы олигомера. Фотоотверждаемая композиция на основе полиорганосилоксанов приведена в [12] (ч.): Смешивают 100 полиметилфенилвинилсилоксана, содержащего 20 % мол. фенил-, 3 % мол. винилов с вязкостью 1500 СП, 50 полисилоксана с вязкостью 10000 СП и формулой



4,5 2-гидрокси-2-метил-1-фенилпрпанона-1, 0,01 п-метоксифенола, 0,005 п-третбутилпирокатехина, 0,02 тетракисметилен-3-3',5'-(третбутилфенил)бен-зотриазола. Смесь наносят на подложку, отверждают светом ртутной лампы высокого давления (1,0 вт/см, 0,5 сек., расстояние 10 см) и получают пленку с твердостью 24, прочностью при растяжении 25 кгс/см, удлинением при разрыве 40 %, модулем упругости при растяжении 0,08 кгс/мм2. Аналогичная УФ-отверждаемая композиция на основе полидиметилсилоксана описана в [9], где фотоинициатором полимеризации является изопропиловый эфир бензоина (20 % мас.). Время отверждения композиции на основе силиконовых эластомеров под действием УФ излучения и в присутствии изопропилового эфира бензоина (5 % мас.) составляет 1-6 сек. [14].

При монтаже оптических волоконных систем связи неотвратимо возникает необходимость в клеевых композициях. Как правило, для надежного склеивания световодов пригодны лишь специальные оптически прозрачные клеи, синтезированные для таких целей. Одно из главных требований к оптическим клеям - высокое светопропускание клеевого материала во всем диапазоне длин волн. Используемые в настоящее время оптически прозрачные клеи (например, OПН-1, ОПН-2, ОПН-8-1, OП-81-1 и др.) позволяют надежно склеивать волоконные световоды при монтаже линий связи с минимальными потерями передаваемых сигналов. Время отверждения таких клеев - до 20 часов при различных температурах. В основе их лежат в основном акриловые мономеры [15-19]. Для интенсивной сборки оптических систем названные клеи мало пригодны, и поэтому проблема синтеза быстроотверждаемых качественных клеев остается вполне актуальной. Появление сведений в научной литературе о таких клеевых композициях свидетельствуют об интенсивной работе в этой области химии. Так, в [20] сообщается о создании фотоотверждаемой акрилатной композиции, содержащей в своем составе в качестве промотров адгезии перэфир и таутомерные циклы органических кислот. Оптические клеящие вещества для оптической связи с вязкостью 300-2000 СП, с температурой отверждения 200 С, временем отверждения 1 минута и nd=1645-1659 приведены в [21]. Фотоотверждаемая клеевая композиция с хорошей адгезией к стеклу и водостойкостью получена авторами [22]: основу клея составляют эпокси- и уретанакрилаты. Быстроотверждаемая клеевая композиция для волоконной оптики на основе акриловых и эпоксиолигомерных соединений с временем полимеризации 0,5-5,0 минут, была предложена авторами [23]. Если судить по данным [24], клеи УФ-отверждения можно вполне успешно использовать для склеивания оптических волокон. Время отверждения клея составляет 0,3-5,0 минут при длине волны источника излучения 100-400 нм.

Таким образом, фотоотверждаемые оптически прозрачные клеи имеют большие перспективы развития для оптических систем связи.

Как следует из литературы, свойства УФ-отверждаемых композиций и полимеров на их основе должны всегда рассматриваться в неразрывной связи с техническими характеристиками волоконных световодов с предлагаемыми покрытиями. Поэтому даже удачное решение, например, скорости фотоотверждения или прочности полученного полимерного материала не всегда означает, что данное покрытие может быть использовано в технологии изготовления световодов. Причина может быть заключена в чрезвычайно больших оптических потерях волоконного световода с данным покрытием, разрушении покрытия под влиянием окружающей среды и т.д. Дополнительную информацию читатель может получить в публикациях [25-26].

**Список литературы**

Алексеева Е.И., Кравченко В.Б. и др. // Кремнийорганические полимерные материалы для волоконных световодов. Препринт М. 1985. № 8. (426). ИРЭ АН СССР.

Susuki Y., Kashiwagi H. Polymer-clad fused-optical fiber // Appl. opt. 1974. V. 13. № 11. P. l.

Kaiser P., Hart A.C., Blyler L.L. LOW-Loss FEP-clad. Silica fibers // Appl. opt. 1975. V. 14. № I. P. 156.

Бубнов М.М., Гурьянов А.Н., Девятых Г.Г. и др. // Квантовая электроника. 1969. Т. 6. № 5. С. 1084.

Милявский Ю.С., Нанушьян С.Р. и др. // ЖТФ. 1985. Т. 517J63. С. 652.

Андреев А.Ц., Боркина Г.Ю., Бубновидр М.М. // Квантовая электроника. 1980. Т. 7. № 10. С. 2206-2210.

Tectmioal Data Dow corning ING. 1986.

Dow Corning X2-3314 OPTICAL fiber Cable Buffer, Bulletin № 10-1020-01.

OPTIGARD ТМХЗ-6662 OPTICAI fiber Coating Form. № 10-997-01. 1986. Dow-Corning.

Заявка № 2245060 Япония // РЖ Хим. 1992. 9Т103П.

Заявка № 3-64463 Япония // РЖ Хим. 1993. 1У42П.

Заявка № 2233764 Япония // РЖ Хим. 1993. 13Т137П.

UV-Cure Silicones // Mater. ENG. 1991. 108. № 11. P. 12.

Кардашов Д.А., Петрова А.П. Полимерные клеи. Создание и применение. М.: Химия, 1983.

Калинина И.Д., Мельникова Т.А., Земскова И.А. Клеевые композиции, их свойства и применение (по данным отечественной и зарубежной печати за 1960-1984 гг.) - обзоры по электронной технике. Сер. 6. Материалы. Вып. 10 (1156). М.: ЦНИИ “Электроника”, 1985.

Оптические прозрачные герметизирующие материалы /В.М.Николаев, К.А.Труфанова, В.И.Филоненко, И.Е.Шубин // Электронная промышленность. 1980. Вып. 10. С. 78.

Бормотов Ю.А., Мирошин Н.Ф., Губанова Н.Ф. Свойства оптически прозрачных полимерных материалов для оптоэлектронных компонентов // Электронная техника. Сер. 5. Радиодетали и радиокомпоненты. 1982. Вып. 1. С. 36-40.

Труфанова К.А., Филоненко В. И. // Электронная промышленность. 1984. Вып. 5 (133). С. 39.

Пат. 4964938 США // РЖ Хим. 1992. 4Т207П.

Накамура Кодзоо. Мурадо Норио // Дзен тэнку=loin Assembl. Eng. 1990. 6. № 12. C. 100.

Заявка 2-296879 Япония // РЖ Хим. 1992. 7Т55П.

Накамура Кодзоо, Мурадо Норио // Дзен тэнку=1оin Assembl. Eng. 1991. № 12. С. 100.

Заявка 2-296879 Япония.

Быстоотверждаемые клеевые композиции для волоконной оптики // Данилюк О.А., Кузнецова В.М., Ляхов В.Ю., Глушков В.C. Клеи, достижения в технологии склеивания: обмен опытом. Тезисы докл. конф. З-4 окт. 1991 // Пенза: Пензен. политехн. ин-т, 1991.

UV-harstende Kleber fur Glas und Halz. Thiel H. // BM: Bau + Mobilscheiner. 1991. № 11. S. 68.

Gruber G.W. Pat. 4024296 USA. 1977.