

УДК 667.6

Л.А. Бабкина¹, О.Э. Бабкин², В.В. Ильина², М.Ю. Власов³

¹ООО «S&H Technology»

²Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения
Санкт-Петербург, Россия

³АО «Оптическое волоконные системы»
Саранск, Россия

РОССИЙСКИЕ ФОТООТВЕРЖДАЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

Аннотация. В докладе приведены результаты разработок рецептур фотоотверждаемых чернил для цветовой маркировки волокон оптических кабелей. Рецептуры представляют собой композиции эпоксиакрилатных лаков с колеровочными пастами, отверждаемые УФ-облучением в режиме поточного производства.

L.A. Babkina¹, O.E. Babkin², V.V. Il'ina², M.Yu. Vlasov³

¹S&H Technology

²Saint-Petersburg State Institute of Film and Television
Saint-Petersburg, Russia

³Optic Fiber Systems
Saransk, Russia

RUSSIAN PHOTO-CURED MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF OPTICAL FIBER

Abstract. The report presents the results of the development of photocurable ink formulations for color marking of optical cable fibers. The formulations are compositions of epoxy acrylate varnishes with coloring pastes, cured by UV irradiation in a mass production mode.

Волоконные оптические линии связи (ВОЛС) сейчас являются разумной и эффективной альтернативой традиционным коммуникационным системам, и способны обеспечить бесперебойную высокоскоростную связь при максимальной информационной безопасности. Основная роль в ВОЛС отводится волоконно-оптическому кабелю (ВОК), мировое лидерство в производстве которого принадлежит пока США и Китаю, контролирующим рынок данного вида продукции. В условиях нестабильной политико-экономической ситуации и нарастающем санкционном давлении на экономику России, отечественное производство ВОЛС (и ВОК) становится критически важным элементом создания безопасной системы коммуникаций.

Конструкции ВОК основаны на трех обязательных элементах: оптическое волокно (ОВ), усиливающие элементы и оболочки кабеля (в ВОК может быть уложено до нескольких сотен ОВ, маркируемых цветом для удобства монтажа). На производство ОВ поставляют в виде катушек прозрачной нити, и цветовое маркирование необходимо проводить до укладки ОВ в ВОК, т.е. непосредственно на технологической линии (рабочая скорость линии до 3000 м/мин) в режиме реального времени. Исходя из данных условий, формирование технологической задачи маркирования ОВ включает разработку рецептуры маркировочных чернил высокой степени реактивности (скорости формирования слоя). Для этой цели оптимально подходит использование фотоотверждаемых систем, позволяющих получать твердое покрытие в течение секунд и даже долей секунд (время зависит как от рецептуры систем, так и от толщины наносимого слоя) [1].

Традиционная рецептура фотоотверждаемых систем представляет собой олигомерно-мономерную смесь, способную сополимеризоваться за счет введенных фотоинициаторов, активируемых внешним излучением (чаще всего, УФ-излучением). Понятно, что рецептура системы, как сополимеризующихся компонентов, так и различных добавок, в том числе – пигментов, а также их соотношение, будет определять и реактивность композиции, и конечные свойства формируемого покрытия [2]. Наиболее перспективными для рецептур фотоотверждаемых чернил маркирования ОВ являются эпоксиакрилаты, позволяющие создавать твердые пленки и покрытия, обладающие хорошей химической стойкостью. Кроме того, эпоксиакриловые композиции традиционно характеризуются высокой реактивностью [3].

Разработку рецептур фотоотверждаемых чернил проводили на базовой композиции эпоксиакрилатного лака с введением 10 мас.% колеровочных паст в соответствии с цветовой кодировкой (по каталогу RAL). Контроль вязкости проводили на ротационном вискозиметре Brookfield RVDV-E в соответствии с ГОСТ 1929-87.

Лабораторные испытания разработанных рецептур чернил и полученных из них покрытий проводили на модельных покрытиях по стеклянным пластинам (толщина жидкого слоя чернил ~ 5 мкм, нанесение аппликационным методом). Отверждение чернил проводили на установке ОРК-21М с ртутной лампой ДРТ-400. Интенсивность излучения контролировали УФ-фотометром UV Power Puck II в областях UV-A, UV-B, UV-C и UV-V.

Рецептура композиции включала эпоксиакрилат и смесь мономеров акрилового ряда, имеющих сопоставимые с основным

пленкообразователем молекулярные массы (ММ ~ 600-650 у.е.) и функциональность ($f = 1, f = 2$) [4]. Сравнительные испытания чернил с разными фотоиницирующими системами показали оптимальный состав иницирующей смеси: этил(2,4,6-триметилбензоил)фенилфосфинат с 2-гидрокси-2-метил-1-фенилпропаном в эквивалентном соотношении (испытания показали существенное преимущество 2-гидрокси-2-метил-1-фенилпропанола над бензофеноном в части обеспечения высокой реактивности чернил, при прочих равных условиях).

С соблюдением условия необходимой скорости отверждения слоя ≤ 2 с, были разработаны рецептуры и начато производство на базе «S&H Technology» (СПб) УФ-отверждаемых чернил для цветовой кодировки ОВ (табл.1). Разработка проводится для российского производителя оптического волокна, АО «Оптиковолокonné системы» (г. Саранск, РФ) [5].

Таблица 1 – Характеристики фотоотверждаемых чернил для ОВ
(разработка и производство: S&H Technology», Санкт-Петербург, РФ)

Наименование показателя	Значение по НТД
Внешний вид пленки чернил	Равномерное покрытие без механических включений
Твердость пленки по ТМЛ-2124, метод А, у.е., не менее	0,4
Динамическая вязкость, мПа·с Brookfield RVDV-E, sp 04/50 rpm при 25°C	1000 – 4000
Динамическая вязкость, мПа·с Brookfield RVDV-E, sp 04/50 rpm при 35°C	1000 – 4000
Время отверждения (с) при толщине покрытия ≤ 5 мкм, не более (ртутная лампа высокого давления с интенсивностью излучения мВт/см ² : НА=43-62; НВ=40-52; НС=6-9,2; НV=33-45)	2,0
Плотность при 20°C, г/см ³	1,0 – 1,2
Стойкость к растворителю (ацетон)	не оставляет след на ткани при протирке волокна после нанесения и отверждения красочного слоя

Список использованных источников

1. Бабкин О. Э., Ильина В. В., Бабкина Л. А., Сиротинина М. В. Покрытия ультрафиолетового отверждения для функциональной защиты // Журнал прикладной химии. 2016. Т.89. № 1. С. 83-89
2. Бабкин О. Э., Бабкина Л. А., Айкашева О. С., Ильина В. В. Принципы составления рецептур, определяющих свойства фотополимерных покрытий и изделий // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2019. № 48 (74). С. 63-67.
3. Бабкин О. Э., Бабкина Л. А. УФ-отверждаемые ЛКМ: основные характеристики и преимущества применения // Лакокрасочная промышленность. 2011. № 11. С. 14-20.
4. Бабкин О. Э., Бабкина Л. А., Айкашева О. С., Ильина В. В. Фотополимерные покрытия оптоволоконных кабелей // Химические волокна. 2018. № 6. С. 14-16.
5. Бабкин О. Э., Власов М. Ю., Айкашева О. С., Ильина В. В., Бабкина Л. А. Фотополимерные покрытия для АО «Оптическое волоконные системы» // Химическая технология. 2021. Т.22, № 2. С.53-39.

УДК 678.046

**О.М. Касперович¹, А.Ф. Петрушеня¹, А.В. Касперович¹,
Я.П. Казусик¹, Л.Е. Евсева², К.В. Николаева²,
С.М. Данилова-Третьяк², В.Г. Лещенко²**

¹Белорусский государственный технологический университет

²Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси
Минск, Беларусь

НАПОЛНИТЕЛИ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ В ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРАХ

Аннотация. В настоящей работе приведены данные по исследованиям влияния минеральных наполнителей с повышенной теплопроводностью на свойства термопластичных полимеров, с целью дальнейших разработок в области повышения теплопроводности полимеров и полимерных композиционных материалов.