

ЖИДКОСТНЫЙ СВЕТОФИЛЬТР ДЛЯ ВИДИМОГО СПЕКТРА НА ОСНОВЕ ГИДРОФИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Константин Сергеевич Никитин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (903)935-39-74, e-mail: udaKern@yandex.ru

Виктор Сергеевич Ефремов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры фотоники и приборостроения, тел. (383)343-91-11, e-mail: ews49@mail.ru

Рассмотрена принципиальная возможность проектирования жидкостного светофильтра с использованием гидрофильных растворов. Поиск гидрофильных растворов с наиболее равномерным светопропусканием на всех длинах волн видимого спектра.

Ключевые слова: жидкостный светофильтр, растворы, снижение светопропускания

LIQUID LIGHT FILTER FOR THE VISIBLE SPECTRUM BASED ON HYDROPHILIC SOLUTIONS

Konstantin S. Nikitin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Devises Engineering, phone: (903)935-39-74, e-mail: udaKern@yandex.ru

Victor S. Efremov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Photonics and Devises Engineering, phone: (383)343-91-11, e-mail: ews49@mail.ru

The principal possibility of designing a liquid light filter using hydrophilic solutions is considered. Search for hydrophilic solutions with the most uniform light transmission at all wavelengths of the visible spectrum.

Keywords: liquid light filter, solutions, light transmission reduction

Введение

В последнее время большое развитие получили необычные подходы использования уже известных материалов. И светотехника так же не стала исключением, в данный момент уже существуют такие инновационные идеи, как применение светодиодов, со спектром излучения, соответствующего спектру дневного света. Или жидкостный светофильтр, способный менять светопропускание методом изменения толщины слоя жидкостного материала. Применение одного жидкостного светофильтра позволяет заменить набор стеклянных светофильтров разной толщины.

Данная статья посвящена проблеме подбора состава для создания наиболее эффективного жидкостного светофильтра имитатора [1, 4, 6] солнечного излучения [2, 7-8]. Это важно, так как на данном этапе жидкостные светофильтры ещё не получили широкого применения в технике и, следовательно, их создание во многом опирается на частные исследования. Например, отсутствие в свободном доступе данных измерения светопропускания различных растворов.

Методы и материалы

Цель данной статьи заключается в исследовании возможности применения химических растворов в качестве «основной части» жидкостного светофильтра видимого диапазона спектра. Консультация со специалистами, исследование сторонних источников информации и исследование доступного рынка позволило подобрать растворы некоторых материалов для их дальнейшего использования в светофильтре [5].

Поиск растворов, состоящих из гидрофильных химических реагентов и/или их соединений в гидрофильные растворы, был проведён экспериментальным, а также методом опроса представителей кафедры химии Сибирского Государственного Университета Геосистем и Технологий. Необходимость данного исследования обуславливается отсутствием материалов или иных ссылок на данные исследования или же результаты исследований, в виду узкой специализации вопроса для конкретного типа лабораторных приборов.

Суть данного эксперимента заключается в измерении коэффициента пропускания света, дважды прошедшего через стенку лабораторной кюветы и материал или раствор. Особенность спектрофотометра СФ-56 заключается в сравнении измеряемого образца относительно «нулевого образца», который является собой пустую лабораторную кювету, с результатом измерения которой сравнивается, анализируется и отображается в графически-цифровом виде измерение коэффициента пропускания света каждого из измеряемого материалов или растворов в отдельности, нивелирую влияние стекла, материалы кюветы, на этапе измерения в реальном времени. Вторая особенность измерения заключается в возможности выбора погрешности измерения с 1 до 10 нм, в ходе данного эксперимента была выбрана погрешность в 1 нм на всех длинах волн, для данного эксперимента, в видимом диапазоне спектра с небольшой погрешностью, равной 20 нм в сторону расширения спектра исследования.

В ходе эксперимента были приготовлены растворы: перманганата калия, медного купороса и сульфата кобальта. Данные растворы являются гидрофильными, то есть не имеют осадка, что является важной особенностью для подбора материала для жидкостного светофильтра. Возможный осадок способен привести к утрате работоспособности светофильтра.

В ходе проведения эксперимента по измерению коэффициентов пропускания трёх растворов, содержащих, в качестве основного химического реагента перманганат калия, медный купорос, сульфата кобальта, на спектрофотометре СФ-56, с использованием лабораторной посуды, тип кюветы, позволяющие без-

опасно проводить исследования с толщиной материала для эксперимента равной 10 мм., и сопутствующем ПО «Спектрофотометр СФ-56» были получены графики, на которых наглядно изображено изменение коэффициента пропускания света, относительно длины волны, в нм.

На рис. 1 показано светопропускание 50 % раствора сульфата кобальта в диапазоне длин волн от 380 до 760 нм.

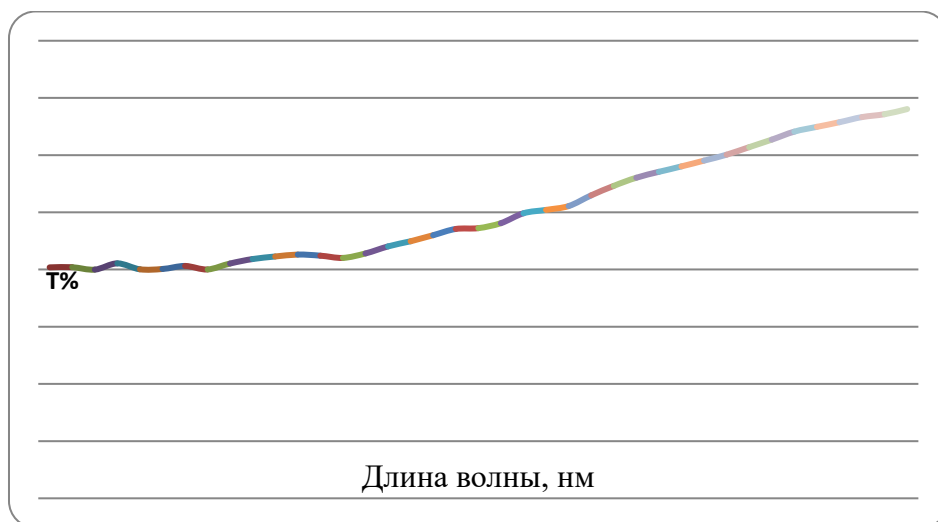


Рис. 1. График зависимости светопропускания 50 % раствора сульфата кобальта в диапазоне длин волн от 360 до 760 нм

Как было показано на рис. 1, разбавленный до 50 % раствор сульфата кобальта имеет коэффициент пропускания от 40 до 68,1 % с плавным ростом при увеличении длины волны излучения. Соответственно 40 % на длине волны 360 нм и 68,1 % на длине волны 760 нм.

Медный купорос и перманганат калия показали резкий рост коэффициента пропускания света с 1 % до 70 %, а потому являются неподходящими для дальнейшего использования в качестве материала для светофильтра.

Таким образом можно утверждать, что наибольший потенциал имеет светофильтр, состоящий из раствора сульфата кобальта, так как он имеет коэффициент пропускания в диапазоне от 0,05 до 0,16 [10]. При толщине слоя жидкости 10 мм.

В данной статье обсуждается возможность создания жидкостного светофильтра с регулируемой толщиной материала, то есть с изменением толщины материала до 2 мм [9].

При изменении толщины материала от 10 мм до 2 мм 50 % раствор сульфата кобальта демонстрирует изменение коэффициента пропускания света с 0,8 % до 66 %. На рис. 2 приведено сравнение коэффициентов пропускания раствора сульфата кобальта с реально существующими нейтральными стеклами марки НС, применяемых в наборах для светофильтров [3, 5].

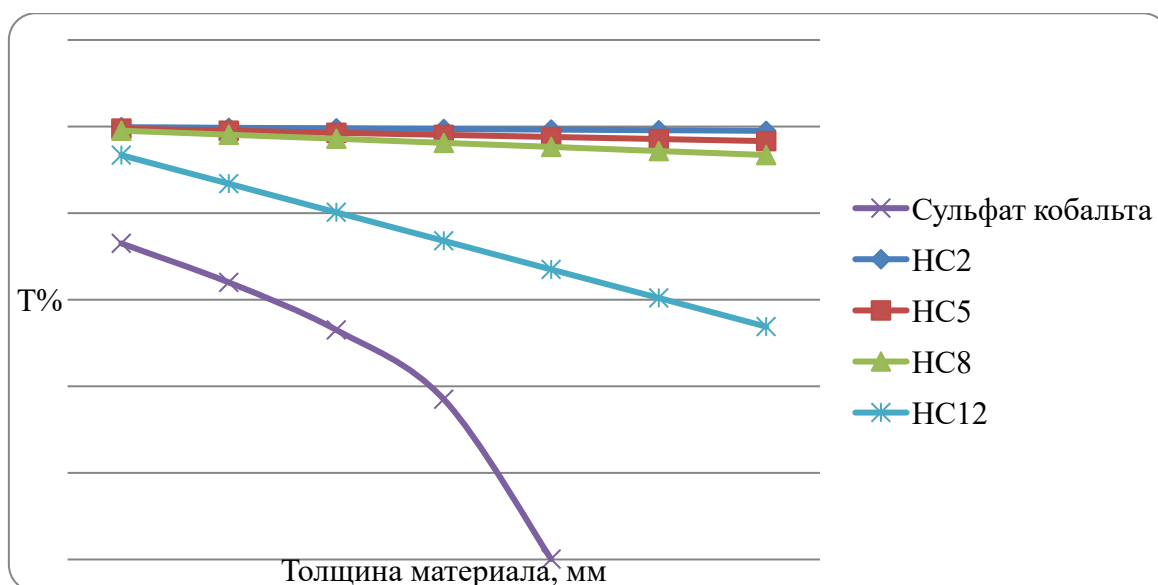


Рис. 2. График изменения светопропускания, в зависимости от толщины материала

Обсуждение

На основе эксперимента, проведённого с применением спектрофотометра СФ-56 были получены коэффициенты светопропускания для трёх материалов, из которых был выбран и показан только сульфат кобальта, как наиболее перспективный и единственный удовлетворяющим требованиям.

Изменение толщины материала с 10 мм (результаты на рис. 1) до 1 мм (результаты на рис. 2) позволит изменять коэффициент пропускания света с 0,8 % до 73 %. Таким образом данный жидкостный светофильтр может успешно регулировать световой поток, проходящего через него света.

Заключение

Можно утверждать, что благодаря современным материалам, новым научным подходам и необычному применению материалов стало доступно переосмысление старых технологий таких как жидкостный светофильтр, что может привести к дальнейшему развитию данной темы с иными материалами для других ситуаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тельный А. А. Имитация солнечного излучения в лабораторных условиях : учеб. пособие. – М. : КРОНУС, 1976. – 43-46 с.
2. Лейви А. Я. Основы светотехники: учебник для вузов : учеб. пособие. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 71 с.
3. Арефьева К. И. Цветное оптическое стекло и особые стёкла : каталог. – М. : Дом оптики, 1990. – 228 с.
4. Гаршинов В. Н. Классификация и рациональное проектирование солнечных имитаторов. Компьютерная оптика : учеб. пособие. – Самара: Компьютерная оптика, 1978. – 46-52 с.

5. Островский Г.М. Новый справочник химика и технолога. : учеб. пособие. – СПб. : АНО НПО «Профессионал», 2004. – 848 с.
6. ГОСТ 9411–91 Стекло оптическое цветное. Технические условия (с Поправкой). Гос. Стандарт союза ССР – введён Госстандарт СССР 1991. – 49 с.
7. Источники и приёмники излучения : учебник для вузов. – СПб. : Политехника, 1991. – 240 с.
8. Губанова А. А. Оптические технологии : учебно-метод. пособие. – СПб. : Университет ИТМО, 2018. – 62 с.
9. Панов, В. А. Справочник конструктора оптико-механических приборов : учеб. пособие. – М. : Машиностроение, 1980. – 742 с.
10. Крат С. А. Повышение эффективности имитаторов солнечного излучения : учеб. пособие. – М. : КРОНУС, 2011. – 5 с.

© К. С. Никитин, В. С. Ефремов, 2021