

**СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ  
СОДЕРЖАЩИХ МЕТАКРИЛОВЫЕ МОНОМЕРЫ КОМПОЗИТОВ****Е. Е. Майоров***Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург,  
Россия**majorov\_ee@mail.ru*

**Аннотация.** Спектрофотометрическим методом найдены оптические параметры фотополимеризованных композитов при температуре 20 и 47 °С и постоянном времени фотополимеризации (10 с). Получены зависимости коэффициента поглощения от длины волны образцов „Estelite Asteria“ оттенков OcE, A3B, A3,5B, B3B. Выявлено, что при нагревании композитов оптическое качество реставраций не снижалось.

**Ключевые слова:** время фотополимеризации, спектрофотометр, температура, композит, коэффициент поглощения

**Ссылка для цитирования:** Майоров Е. Е. Спектрофотометрический метод исследования содержащих метакриловые мономеры композитов // Изв. вузов. Приборостроение. 2024. Т. 67, № 10. С. 899–902. DOI: 10.17586/0021-3454-2024-67-10-899-902.

**SPECTROPHOTOMETRIC METHOD FOR STUDYING COMPOSITES CONTAINING METHACRYLIC MONOMERS****E. E. Maiorov***St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, Russia**majorov\_ee@mail.ru*

**Abstract.** The optical parameters of photopolymerized composites at temperatures of 20 and 47 °C and a constant photopolymerization time (10 s) are found by the spectrophotometric method. The dependences of the absorption coefficient on the wavelength of Estelite Asteria samples of OcE, A3B, A3,5B, B3B shades are obtained. It is found that the optical quality of the restorations does not decrease when the composites are heated.

**Keywords:** photopolymerization time, spectrophotometer, temperature, composite, absorption coefficient

**For citation:** Maiorov E. E. Spectrophotometric method for studying composites containing methacrylic monomers. *Journal of Instrument Engineering*. 2024. Vol. 67, N 10. P. 899–902 (in Russian). DOI: 10.17586/0021-3454-2024-67-10-899-902.

Методы и средства оптической спектроскопии широко применяются в фундаментальных научных и прикладных исследованиях [1] для бесконтактного [2] выявления состава, структуры и состояния объектов и сред. Спектральные приборы и комплексы служат для получения информации о монохроматических составляющих спектра при разложении электромагнитного излучения с последующей фиксацией отдельных компонентов либо их диапазона [3–6]. Каждый вид спектроскопии (электронная, спектральная, вращательная [7]) характеризуется своим диапазоном электромагнитного излучения и соответствующими изменениями в структуре исследуемого объекта при поглощении светового излучения [8]. При исследованиях веществ в различном агрегатном состоянии необходимо подбирать метод, который мог бы дать максимальную информацию о составе и структуре этих веществ.

Современные композитные материалы широко используются для эстетического восстановления твердых тканей зубов [9–13]. Их уникальные биохимические и физико-механические свойства позволяют успешно реставрировать зубы с дефектами разной сложности [14, 15]. С течением времени (от одного года до двух) композит в шприцах изменяет агрегатное состояние

с жидкого (вязкого) на твердое. Поэтому целью эксперимента было выявить: сохранит ли затвердевший композит после нагрева до  $T = 47\text{ }^{\circ}\text{C}$ , обеспечивающего ему возвращение в вязкое состояние, и дальнейшей фотополимеризации заявленные в инструкции физико-химические свойства.

С помощью автоматизированного спектрофотометра „UV-3600i Plus“ компании „Shimadzu“ (Япония) измерены спектры поглощения электромагнитных волн образцов светоотверждаемого композитного материала для прямой реставрации зубов „Estelite Asteria“ (оттенки OcE, A3B, A3,5B, B3B). Объекты исследования были предоставлены ООО „Центр имплантации и комплексного лечения“ (Санкт-Петербург).

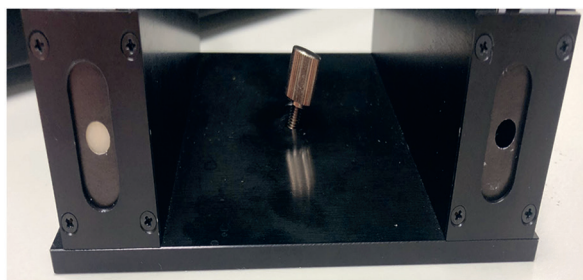


Рис. 1

Исследуемые образцы фиксировались прижимным механизмом в металлическом окошке, установленном в объектном канале измерений таким образом, чтобы через центр окошка проходил световой луч (рис. 1).

Диаметр образца не должен превышать 15 мм, а толщина — не более 400 мкм, поэтому материалы помещались в специальные контейнеры, придававшие образцу форму плоского диска. Материалы разных оттенков имели температуру  $T = 20$  и  $47\text{ }^{\circ}\text{C}$  и облучались светодиодной (LED) лампой, работающей в диапазоне длин волн от

400 до 500 нм при времени фотополимеризации  $t = 10$  с.

На рис. 2 проиллюстрированы экспериментально полученные спектральные зависимости коэффициента поглощения  $K$  от длины волны  $\lambda$  (оттенок OcE: 1 —  $T = 20$ , 2 —  $47\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; A3B: 3 — 20, 4 —  $47\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; A3, 5B: 5 — 20, 6 —  $47\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; B3B: 7 — 20, 8 —  $47\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

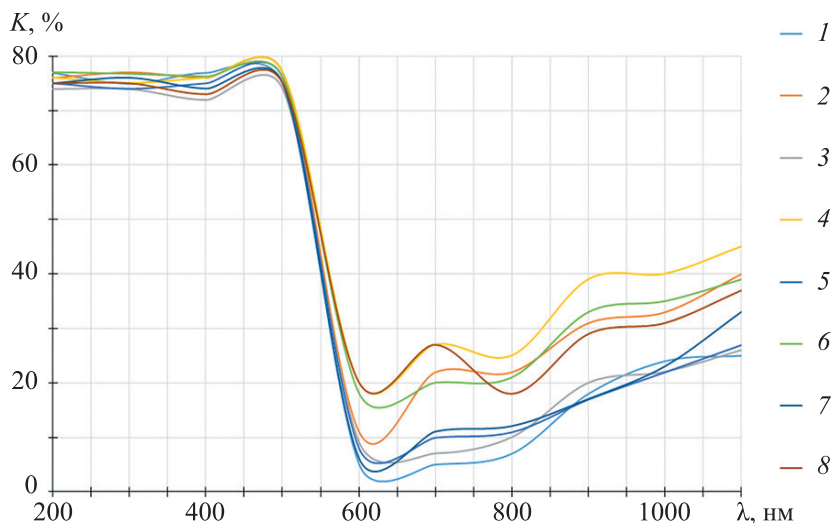


Рис. 2

Спектральные кривые исследуемых образцов в области  $\lambda = 200\text{--}600$  нм имели схожие по форме распределения, характерных сдвигов зависимостей коэффициента поглощения от длины волны не наблюдалось. В области  $\lambda = 600\text{--}1100$  нм максимальное поглощение выявлено у образцов при  $T = 47\text{ }^{\circ}\text{C}$ , видимо, это обусловлено термодинамическими параметрами и существенными колебаниями связей в структуре изучаемого объекта.

Полученные спектральные коэффициенты поглощения композита „Estelite Asteria“ (OcE, A3B, A3.5B, B3B), отвержденного со стандартизированной экспозицией фотополимеризации  $t = 10$  с при температуре 20 и  $47\text{ }^{\circ}\text{C}$ , представляют интерес для эстетической стоматологии. Выявлено, что при этих параметрах материал сохраняет хорошие оптические качества реставрации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шишловский А. А. Прикладная физическая оптика. М.: ФизматГИЗ, 1970. 822 с.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1970. 855 с.
3. Тарасов К. И. Спектральные приборы. М.: Машиностроение, 1968. 389 с.
4. Князева М. А. Виды стоматологических фотополимеризационных устройств и их сравнительная характеристика // Вестник ВГМУ. 2011. Т. 10, № 4. С. 138–147.
5. Дуглас А. Т. Возможности цвета: создание высокодиффузных слоев с композитом // Клиническая стоматология. 2004. № 2. С. 4–11.
6. Исаева Т. М. Еще раз о проблеме цвета в эстетической стоматологии. Возвращаясь к технике реставрации зубов // Клиническая стоматология. 2003. № 4. С. 22–24.
7. Луцкая И. К. Практическая стоматология. Мн.: Бел. наука, 1999. 360 с.
8. Maiorov E. E., Prokopenko V. T., Ushveridze L. A. A system for the coherent processing of specklegrams for dental tissue surface examination // Biomedical Engineering. 2014. Vol. 47, N 6. P. 304–306. DOI: 10.1007/s10527-014-9397-2.
9. Maiorov E. E., Shalamay L. I., Dagaev A. V., Kirik D. I., Khokhlova M. V. An interferometric device for detecting subgingival caries // Biomedical Engineering. 2019. Vol. 53. P. 258–261. DOI: 10.1007/s10527-019-09921-0.
10. Майоров Е. Е., Афанасьева О. В., Курлов В. В., Таюрская И. С., Соколовская М. В. Применение спектрофотометрического метода для исследования содержания этилового спирта в жидкофазных средах // Изв. вузов. Приборостроение. 2023. Т. 66, № 6. С. 501–508. DOI: 10.17586/0021-3454-2023-66-6-501-508.
11. Шаламай Л. И., Оксас Н. С., Лампусова В. Б., Мендоса Е. Ю., Майоров Е. Е. Спектральный анализ новейших стоматологических материалов для эстетики и реставраций на твердых тканях зуба // Dental Forum. 2023. № 2(89). С. 29–33.
12. Шаламай Л. И., Оксас Н. С., Лампусова В. Б., Мендоса Е. Ю., Майоров Е. Е. Оценка применения различных технологий адгезива химического отверждения при проникновении в дентин зуба // Dental Forum. 2023. № 3(90). С. 29–35.
13. Шаламай Л. И., Майоров Е. Е., Мендоса Е. Ю., Лампусова В. Б., Оксас Н. С. Абсорбционный спектральный анализ светоотверждаемых рентгеноконтрастных материалов „Омнихрома“ // Изв. вузов. Приборостроение. 2023. Т. 66, № 9. С. 781–788. DOI: 10.17586/0021-3454-2023-66-9-781-788.
14. Шаламай Л. И., Мендоса Е. Ю., Майоров Е. Е., Лампусова В. Б., Оксас Н. С. Исследование новых светоотверждаемых композитных стоматологических материалов методом атомно-абсорбционной спектроскопии // Стоматология для всех. 2023. № 3(104). С. 46–52. DOI.org/10.35556/idr-2023-3(104)46-52.
15. Шаламай Л. И., Майоров Е. Е., Мендоса Е. Ю., Лампусова В. Б., Оксас Н. С. Спектрофотометрическое исследование образцов контрольной фиксации наполнителя к шлифу зуба стоматологическим цементом // Изв. вузов. Приборостроение. 2023. Т. 66, № 10. С. 887–894. DOI: 10.17586/0021-3454-2023-66-10-887-894.

Поступила в редакцию 11.02.24; одобрена после рецензирования 05.03.24; принята к публикации 23.08.24.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

**Евгений Евгеньевич Майоров**

— канд. техн. наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, кафедра прикладной математики; доцент; E-mail: maiorov\_ee@mail.ru

## REFERENCES

1. Shishlovsky A.A. *Prikladnaya fizicheskaya optika* (Applied Physical Optics), Moscow, 1970, 822 p. (in Russ.)
2. Born M., Wolf E. *Principles of Optics*, Pergamon Press, 1959.
3. Tarasov K.I. *Spektral'nyye pribory* (Spectral Devices), Moscow, 1968, 389 p. (in Russ.)
4. Knyazeva M.A. *Vestnik Vitebskogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta*, 2011, no. 4(10), pp. 138–147. (in Russ.)
5. Douglas A.T. *Klinicheskaya stomatologiya*, 2004, no. 2, pp. 4–11. (in Russ.)
6. Isayeva T.M. *Klinicheskaya stomatologiya*, 2003, no. 4, pp. 22–24. (in Russ.)
7. Lutskeya I.K. *Prakticheskaya stomatologiya* (Practical Dentistry), Minsk, 1999, 360 p. (in Russ.)
8. Maiorov E.E., Prokopenko V.T., Ushveridze L.A. *Biomedical Engineering*, 2014, no. 6(47), pp. 304–306, DOI: 10.1007/s10527-014-9397-2. (in Russ.)
9. Maiorov E.E., Shalamay L.I., Dagaev A.V., Kirik D.I., Khokhlova M.V. *Biomedical Engineering*, 2019, vol. 53, pp. 258–261, DOI: 10.1007/s10527-019-09921-0.

10. Maiorov E.E., Afanasyeva O.V., Kurlov V.V., Tayurskaya I.S., Sokolovskaya M.V. *Journal of Instrument Engineering*, 2023, no. 6(66), pp. 501–508, DOI: 10.17586/0021-3454-2023-66-6-501-508. (in Russ.)
11. Shalamay L.I., Oksas N.S., Lampusova V.B., Mendosa E.Yu., Maiorov E.E. *Dental Forum*, 2023, no. 2(89), pp. 29–33. (in Russ.)
12. Shalamay L.I., Oksas N.S., Lampusova V.B., Mendosa E.Yu., Maiorov E.E. *Dental Forum*, 2023, no. 3(90), pp. 29–35.
13. Shalamay L.I., Maiorov E.E., Mendosa E.Yu., Lampusova V.B., Oksas N.S. *Journal of Instrument Engineering*, 2023, no. 9(66), pp. 781–788, DOI: 10.17586/0021-3454-2023-66-9-781-788
14. Shalamay L.I., Mendosa E.Yu., Maiorov E.E., Lampusova V.B., Oksas N.S. *Dentistry for everyone*, 2023, no. 3(104), pp. 46–52, DOI.org/10.35556/idr-2023-3(104)46-52. (in Russ.)
15. Shalamay L.I., Maiorov E.E., Mendosa E.Yu., Lampusova V.B., Oksas N.S. *Journal of Instrument Engineering*, 2023, no. 10(66), pp. 887–894, DOI: 10.17586/0021-3454-2023-66-10-887-894. (in Russ.)

#### DATA ON AUTHOR

**Evgeny E. Maiorov**

— PhD, Associate Professor; Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Department of Applied Mathematics;  
E-mail: majorov\_ee@mail.ru

Received 11.02.24; approved after reviewing 05.03.24; accepted for publication 23.08.24.