

**ИЗМЕРЕНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ СВЕТОТВЕРЖДАЕМЫХ
КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ КОМПАНИИ *IDS* (ГЕРМАНИЯ) ПРИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ
УСТРОЙСТВАМИ РАЗЛИЧНОГО ТИПА**

С.А. ОВЧИННИКОВА, В.Н. КУРОЧКИН

*Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России,
ул. Партизана Железняка, д. 1, г. Красноярск, Красноярский край, 660022, Россия,
e-mail: narikova@inbox.ru*

Аннотация. В работе представлены результаты изменений микротвердости светоотверждаемых композиционных материалов компании *Superior Dental Materials* (товарный знак *IDS*) (Германия) в зависимости от полимеризации устройствами галогенного, фотодиодного и фотодиодного поливолнового типов. **Материалы и методы исследования.** В рамках данного исследования нами были получены различные значения показателя микротвердости по Виккерсу образцов светоотверждаемых композиционных материалов. Полимеризацию образцов проводили в соответствии с инструкцией производителя. В рамках исследования нами также было проведено добровольное анонимное анкетирование, по вопросам предпочтения использования фотополимеризаторов различного типа. **Результаты и их обсуждение.** Полученные результаты свидетельствуют о наличии взаимосвязи между показателями микротвердости стоматологических композиционных материалов и типом источника полимеризации. Устройства фотодиодного и фотодиодного поливолнового типов позволяют получить равномерную полимеризацию лицевой и тыльной поверхностей материала в сравнении с образцами, отверждаемыми фотополимеризаторами галогенного типа. При исследовании микротвердости текучего композиционного материала получены достоверные данные, свидетельствующие о лучшей глубине полимеризации фотодиодным поливолновым устройством. Добровольное анонимное анкетирование позволило выявить тот факт, что более половины опрошенных врачей-стоматологов в своей практике при отверждении композиционных материалов предпочитают использовать фотополимеризаторы галогенного типа.

Ключевые слова: микротвердость, стоматологические композиционные материалы, фотополимеризационные устройства, тип источника полимеризации

**MEASUREMENT OF MICROHARDNESS OF LIGHT-CURING COMPOSITE MATERIALS FROM
IDS (GERMANY) DURING POLYMERIZATION WITH VARIOUS TYPES OF DEVICES**

S.A. OVCHINNIKOVA, V.N. KUROCHKIN

*Krasnoyarsk State Medical University named after professor V.F. Voino-Yasenetsky of the Ministry of
Healthcare of Russia, Partizan Zheleznyak Str., 1, Krasnoyarsk, 660022, Russia, e-mail: narikova@inbox.ru*

Abstract. This paper presents the results of changes in the microhardness of light-curing composite materials from Superior Dental Materials (*IDS* trademark) (Germany) depending on the polymerization of halogen, photodiode, and photodiode poly-wave types. **Materials and methods.** As part of this study, we obtained various values of the Vickers microhardness index for samples of light-cured composite materials. Polymerization of samples was performed in accordance with the manufacturer's instructions. As part of the study, we also conducted a voluntary anonymous survey on the preference for using different types of photopolymerizers. **Results and discussions.** The obtained results indicate that there is a relationship between the microhardness of dental composite materials and the type of polymerization source. Devices of photodiode and photodiode polywave types allow obtaining uniform polymerization of the front and back surfaces of the material in comparison with samples that are cured by halogen-type photopolymerizers. When studying the microhardness of a fluid composite material, reliable data were obtained indicating the best polymerization depth by a photodiode polywave device. A voluntary anonymous survey revealed the fact that more than half of the surveyed dentists in their practice prefer to use halogen-type photopolymerizers when curing composite materials. **Conclusion.** Our research confirms the need to inform practicing dentists about the quality of polymerization of dental materials, compliance with polymerization protocols, and the choice of dental photopolymerization devices that achieve acceptable results of microhardness of fillings and, as a result, ensure long-term "survival" of restorations. In our opinion, the study of this issue concerns the safety of the patient's health, since the completeness of polymerization concerns many researchers from the point of view of the biocompatibility of modern materials and technologies.

Keywords: microhardness of dental composite materials, photopolymerization devices, type of polymerization source

Актуальность. В стоматологическом материаловедении большое место занимают исследования, касающиеся качества полимеризации стоматологических материалов при использовании *стоматологических фотополимеризационных устройств* (СФУ) различного типа [1, 3]; влияния времени экспозиции на полноту полимеризации светоотверждаемых композиционных материалов [2]; влияния различных красителей на стабильность цвета, шероховатость поверхности и микротвердость стоматологических материалов основе композитных смол, толщины слоев композиционного материала и времени полимеризации, при которых достигаются приемлемые результаты микротвердости пломб [5], влияния протоколов светоотверждения на современные полимерные композитные материалы, а также использования различных стратегий нанесения покрытий, ингибирующего воздух [4].

Исходя из вышеизложенного, **целью исследования** явилось сравнение изменений микротвердости светоотверждаемых композиционных материалов в зависимости от полимеризации устройствами галогенного, фотодиодного и фотодиодного поливолнового типов.

Материалы и методы исследования. Нами был исследован показатель микротвердости по Виккерсу (H_V) образцов светоотверждаемых композиционных материалов компании *Superior Dental Materials* (товарный знак *IDS*) (Германия):

- *LC Microhybrid* (оттенок A_3) – микрогибридного композиционного материала,
- *LC Nanofill* (оттенок A_3) – нанофильного композиционного материала,
- также в исследование были взяты образцы наногибридного текучего композита *Hi-Flow NANO* (оттенок A_3).

С целью определения микротвердости были изготовлены цилиндрические образцы в виде диска диаметром 5 мм и толщиной 2 мм.

Образцы полимеризовали с помощью СФУ:

- галогенного типа «*Megalux CS*» (*Megadenta*). Перед полимеризацией определяли мощность светового потока, которая составила 630 мВт/см.
- фотодиодного типа – «*Demi*» (*Demetron*),
- фотодиодного поливолнового – «*Bluephase N*» (*Ivoclar-Vivadent*), у которых также определяли мощность светового потока, которая составила 1060 мВт/см и 1310 мВт/см соответственно.

Полимеризацию образцов проводили в соответствии с инструкцией производителя: в течение 20 секунд с одной стороны через целлулоидную матричную полоску в условиях контакта световода с матрицей.

H_V определяли в десяти точках с *лицевой* (ЛП) и *тыльной поверхностей* (ТП) образца, с помощью микротвердомера ПМТ – 3 М (ЛОМО) с нагрузкой 4,9 Н, через 24 часа после полимеризации. Всего произведено 180 измерений.

Микротвердость по Виккерсу рассчитывали по формуле, учитывая нагрузку, приложенную на испытываемый образец, время приложения нагрузки, форму поверхности испытываемого образца и среднюю длину диагонали полученного отпечатка: $H_V = 0,189 \times F / d^2 \times 1000000$, где H_V – микротвердость по Виккерсу; F – нагрузка на испытываемый образец (Н); d – средняя длина диагонали отпечатка индентора (мкм).

Также в рамках исследования нами было проведено добровольное анонимное анкетирование, по вопросам предпочтения использования врачами-стоматологами СФУ различного типа в своей клинической практике. В опросе приняли участие 81 врач-стоматолог, практикующие на территории Красноярского края, республик Хакассия и Тыва.

Обработка полученных данных проведена с использованием программы статистического анализа «*PASW Statistic 19.0 для Windows*» с использованием общепринятых параметрических и непараметрических методов. Обработка вариационных рядов включала подсчет значений средних арифметических величин (M). Основываясь на равенстве дисперсий, достоверности различий определяли по критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Исследованием установлено влияние типа источника полимеризации на изменение H_V как на лицевой, так и на тыльной поверхностях всех образцов светоотверждаемых материалов.

Так исследование H_V образцов микрогибридного светоотверждаемого композита *LC Microgibrid* показало, что выше значения микротвердости были получены при полимеризации данной группы материалов полимеризатором галогенного типа. Следует отметить, что значения H_V лицевой поверхности и тыльной поверхностей данных образцов значительно отличались: на лицевой поверхности они были выше, чем на тыльной. Показатель H_V изменялся от $65,32 \pm 3,13$ до $56,91 \pm 5,13$ соответственно.

Полимеризация устройствами фотодиодного и фотодиодного поливолнового типов давала более равномерные значения показателя H_V как на лицевой, так и на тыльной поверхностях образцов материала. Показатели H_V при полимеризации фотодиодным поливолновым устройством были выше, в сравнении со значениями, полученными при полимеризации фотодиодным устройством: $55,67 \pm 5,56$ на лицевой

и $52,30 \pm 1,19$ на тыльных поверхностях материала, полимеризованного фотодиодным поливолновым устройством и $42,37 \pm 6,78$ и $43,66 \pm 13,22$ фотодиодным полимеризатором (рис. 1).

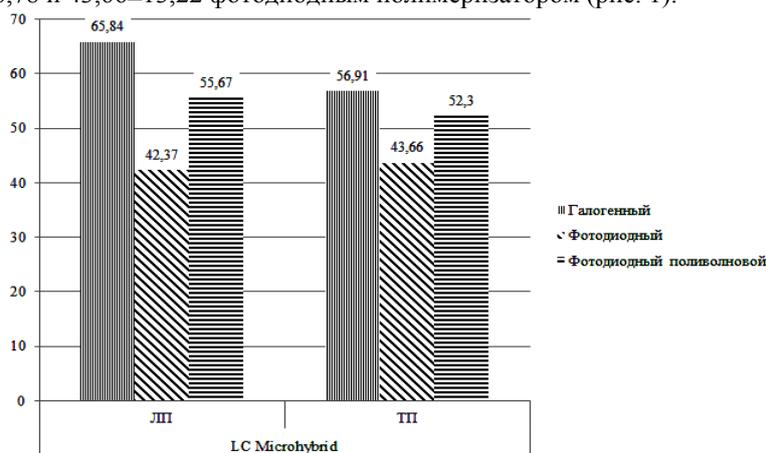


Рис. 1. Показатели H_V светоотверждаемого микрогибридного композиционного материала LC Microhybrid фотополимеризаторами различного типа

При полимеризации лицевой поверхности светоотверждаемого нанофильного материала LC Nanofill показатель H_V не имел достоверных различий в зависимости от полимеризации устройством галогенного или фотодиодного поливолнового типа ($p=0,2$). Нами были получены практически равные значения микротвердости, которые составили: $60,21 \pm 4,38$ при полимеризации галогенным и $57,74 \pm 3,70$ фотодиодным поливолновым полимеризатором соответственно.

Полученные значения микротвердости лицевой поверхности материала, отверждаемого фотодиодным устройством был несколько ниже в сравнении с вышеуказанными устройствами, и составили $45,91 \pm 0,58$, но также имели высокие значения.

Анализ полученных значений микротвердости тыльной поверхности позволил выявить тот факт, что полимеризация устройствами фотодиодного и фотодиодного поливолнового типов дает соизмеримо высокие значения микротвердости, как и при отверждении лицевой поверхности материала. При сравнении микротвердости тыльной и лицевой поверхностей образцов, полимеризуемых данными устройствами не были обнаружены достоверные различия в значении H_V : полимеризация фотодиодным ($p=0,466$); фотодиодным поливолновым устройством – ($p=0,438$).

При полимеризации образца материала LC Nanofill устройством галогенного типа показатели H_V лицевой поверхности и тыльной поверхностей имели достоверные различия ($p=0,0005$) и составили $60,21 \pm 4,38$ и $48,87 \pm 4,38$ (рис. 2).

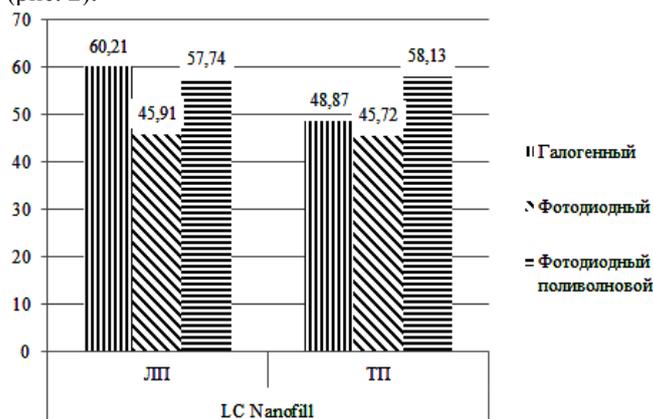


Рис. 2. Показатели H_V светоотверждаемого нанофильного композиционного материала LC Nanofill фотополимеризаторами различного типа

При исследовании микротвердости текучего композита HiFlow NANO, нами были получены достоверные данные, свидетельствующие о лучшей глубине полимеризации фотодиодным поливолновым устройством «Bluephase N». Показатели H_V лицевой поверхности и тыльной сторон образца материала, полимеризованного данным фотополимеризатором были более высокими в отличие от показателей образцов, полимеризованных галогеновым и фотодиодным полимеризаторами (рис. 3).

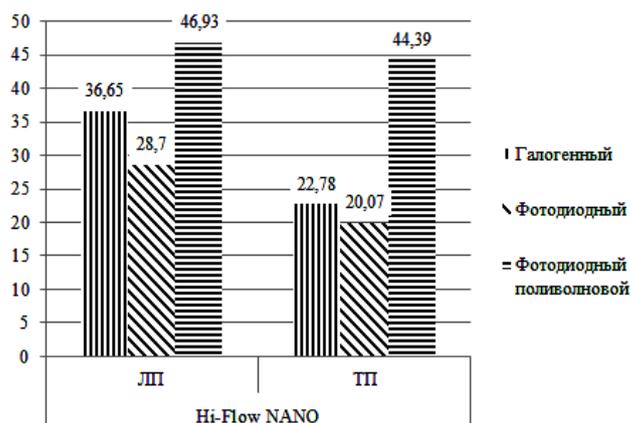


Рис. 3. Показатели H_V светоотверждаемого текучего композиционного материала *HiFlow NANO* фотополимеризаторами различного типа

Так, показатель H_V при полимеризации фотодиодным поливолновым устройством составлял $46,93 \pm 12,18$ на лицевой и $44,39 \pm 16,48$ на тыльной поверхностях образца. Данные значения микротвердости сравнимы со значениями отверждения светоотверждаемого нанофильного композиционного материала *LC Nanofill* и светоотверждаемого микрогибридного композиционного материала *LC Microgibrid* фотополимеризаторами диодного типа.

Следует отметить, что невысокие значения микротвердости, полученные при исследовании образцов текучего композиционного материала могут быть связаны с низким процентом наполнения текучего композита неорганическим наполнителем.

В рамках исследования нами также было проведено добровольное анонимное анкетирование врачей-стоматологов, использующих в своей практике композиционные пломбирочные материалы, которые предусматривают ведение протоколов полимеризации. Одним из вопросов анкетирования был «Тип фотополимеризатора, который Вы используете в работе?» (рис. 4).

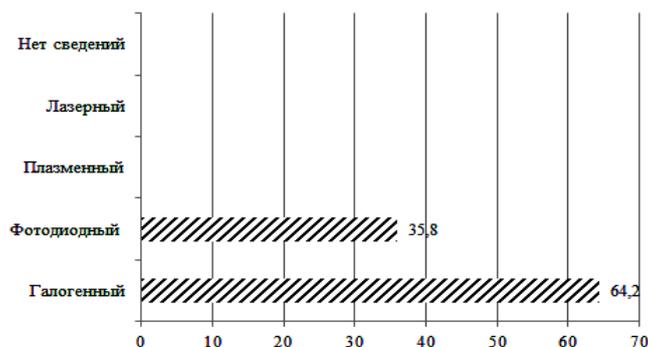


Рис. 4. Результаты анкетирования по вопросу предпочтений в использовании фотополимеризационных устройств (%)

Из рис. 4 видно, что более половины опрошенных в своей работе используют СФУ галогенного типа – (64,2%), а 35,8% респондентов применяют при полимеризации композиционных материалов устройства фотодиодного типа без уточнения марки и производителя.

Выводы:

1. Устройства фотодиодного и фотодиодного поливолнового типов позволяют получить равномерную полимеризацию лицевой и тыльной поверхностей материала в сравнении с образцами, отверждаемыми фотополимеризаторами галогенного типа. При исследовании микротвердости тыльной и лицевой поверхностей образцов, полимеризуемых данными устройствами не были обнаружены достоверные различия в значении H_V : полимеризация фотодиодным ($p=0,466$); фотодиодным поливолновым устройством – ($p=0,438$).

2. При исследовании микротвердости текучего композита *HiFlow NANO* получены достоверные данные, свидетельствующие о лучшей глубине полимеризации фотодиодным поливолновым устройством.

вом «Bluephase N»: значения H_V составили $46,93 \pm 12,18$ на лицевой и $44,39 \pm 16,48$ – на тыльной поверхности образца.

3. Анализ анкет респондентов показал, что более половины врачей-стоматологов (64,2%) в своей практике предпочитают фотополимеризаторы галогенного типа.

Заключение. Проведенное нами исследование подтверждает необходимость информирования практикующих врачей-стоматологов по вопросам качества полимеризации стоматологических материалов, соблюдения протоколов полимеризации, выбор стоматологических фотополимеризационных устройств, при которых достигаются приемлемые результаты микротвердости пломб и, как следствие, обеспечивается долговременная «выживаемость» реставраций.

На наш взгляд изучение данного вопроса касается безопасности здоровья пациента, так как полнота полимеризации волнует многих исследователей с точки зрения биосовместимости современных материалов и технологий.

Литература

1. Нарыкова С.А., Алямовский В.В. Сравнение микротвердости светоотверждаемого композита при различных протоколах полимеризации. Сибирский стоматологический форум. Инновационные подходы к образованию, науке и практике в стоматологии: Тр. X Всерос. науч.-практ. конф., 16-18 марта 2016 г. Красноярск: Знак, 2016. С. 112.

2. Нарыкова С.А., Алямовский В.В., Дуж А.Н. Характеристика показателей микротвердости светоотверждаемого композита при различных протоколах полимеризации // Сибирское медицинское обозрение. 2015. №4. С. 39–42.

3. de A Souza M.B., Briso A.L., de Oliveira-Reis B., Dos Santos P.H., Fagundes T.C. Influence of light-curing units on surface microhardness and color change of composite resins after challenge // J. Contemp. Dent. Pract. 2019. №20(2). P. 204–210.

4. Marigo L., Nocca G., Fiorenzano G., Callà C., Castagnola R., Cordaro M, Paolone G, Sauro S. Influences of different air-inhibition Coatings on monomer release, microhardness, and color Stability of two composite materials // Biomed. Res. Int. 2019. №4240264. DOI: 10.1155/2019/4240264.

5. Sartori N., Knezevic A., Peruchi L.D., Phark J.H., Duarte S.Jr. Effects of light attenuation through dental tissues on cure depth of composite resins // Acta Stomato.l Croat. 2019. № 53(2). P. 95–105. DOI: 10.15644/asc53/2/1.

References

1. Narykova SA, Aljamovskij VV. Sravnenie mikrotverdsti svetootverzhdaemogo kompozita pri razlichnyh protokolah polimerizacii [comparison of microhardness of light-cured composite under different polymerization protocols]. Sibirskij stomatologicheskij forum. Innovacionnye podhody k obrazovaniju, nauke i praktike v stomatologii: Tr. X Vseros. nauch.-prakt. konf., 16-18 marta 2016 g. Krasnojarsk: Znak; 2016. Russian.

2. Narykova SA, Aljamovskij VV, Duzh AN. Harakteristika pokazatelej mikrotverdsti sve-tootverzhdaemogo kompozita pri razlichnyh protokolah polimerizacii [characteristics of microhardness indicators of a newly cured composite under various polymerization]. Sibirskoe medicinskoe obozrenie. 2015;4:39-42. Russian.

3. de A Souza MB, Briso AL, de Oliveira-Reis B, Dos Santos PH, Fagundes TC. Influence of light-curing units on surface microhardness and color change of composite resins after challenge. J. Contemp. Dent. Pract. 2019;20(2):204-10.

4. Marigo L, Nocca G, Fiorenzano G, Callà C, Castagnola R, Cordaro M, Paolone G, Sauro S. Influences of different air-inhibition Coatings on monomer release, microhardness, and color Stability of two composite materials. Biomed. Res. Int. 2019;4240264. DOI: 10.1155/2019/4240264.

5. Sartori N, Knezevic A, Peruchi LD, Phark JH, Duarte SJr. Effects of light attenuation through dental tissues on cure depth of composite resins. Acta Stomato.l Croat. 2019;53(2):95-105. DOI: 10.15644/asc53/2/1.

Библиографическая ссылка:

Овчинникова С.А., Курочкин В.Н. Измерение микротвердости светоотверждаемых композитных материалов компании IDS (Германия) при полимеризации устройствами различного типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное периодическое издание. 2020. №5. Публикация 1-13. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-5/1-13.pdf> (дата обращения: 16.10.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16682*

Bibliographic reference:

Ovchinnikova SA, Kurochkin VN. Izmerenie mikrotverdsti svetootverzhdaemyh kompozitnyh materialov kompanii IDS (Germanija) pri polimerizacii ustrojstvami razlichnogo tipa [Measurement of microhardness of light-curing composite materials from IDS (Germany) during polymerization with various types of devices]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2020 [cited 2020 Oct 16];5 [about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-5/1-13.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16682

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-5/e2020-5.pdf>