

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-1-239-243

УДК 616.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ ДИАМЕТРАЛЬНОМ РАЗРЫВЕ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ КОМПОЗИТНЫХ БЛОКОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРОНОК ПО МЕТОДИКЕ CAD/CAM У КРЕСЛА ПАЦИЕНТА

Вахобов А. С., Вафин С. М., Деев М. С.

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

Аннотация

В данной работе представлены результаты сравнительного экспериментального исследования прочностных характеристик блоков из отечественного композитного материала и зарубежных аналогов, применяемых в стоматологической ортопедии. Испытания проводились на сопротивление диаметральному разрыву в строгом соответствии с требованиями действующих нормативных документов и стандартов ГОСТ, что обеспечивало сопоставимость и воспроизводимость полученных результатов.

Цель — комплексная оценка механических свойств российского композитного материала с целью определения возможности его использования при изготовлении стоматологических коронок и других ортопедических конструкций, эксплуатируемых в условиях повышенных функциональных нагрузок. Для проведения исследования были изготовлены стандартные образцы композитных блоков, испытанные при одинаковых условиях нагружения, скорости деформации и температурного режима. Полученные экспериментальные данные подвергались статистической обработке и сравнительному анализу с аналогичными показателями зарубежных материалов, широко применяемых в клинической практике. Особое внимание уделялось оценке предельных значений прочности и характеру разрушения образцов.

В результате исследования установлено, что отечественный композитный материал демонстрирует уровень прочности при диаметральном разрыве, сопоставимый с показателями зарубежных аналогов, а в ряде случаев не уступает им по основным механическим характеристикам. Это свидетельствует о высоком качестве разработанного материала и его потенциале для практического применения в стоматологии. Полученные результаты подтверждают возможность использования российского композита при изготовлении коронок и других ортопедических конструкций, а также создают предпосылки для дальнейшего развития и совершенствования отечественных стоматологических композитных материалов и расширения области их клинического применения.

Ключевые слова: композитный материал, прочность, диаметральный разрыв, ГОСТ, стоматология, коронка, ортопедические конструкции, клиническое применение

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

Акмалджон Саломович ВАХОБОВ ORCID ID 0009-0002-8711-6825

аспирант, кафедра ортопедической стоматологии, Медицинский институт Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия
johnny.vakhobov@mail.ru

Станислав Мансурович ВАФИН ORCID ID 0000-0001-9495-7038

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии, Медицинский институт Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия
stanislav_vafin@mail.ru

Михаил Сергеевич ДЕЕВ ORCID ID 0000-0002-1851-2982

к.м.н., профессор кафедры ортопедической стоматологии, Медицинский институт Российского университета дружбы народов, г. Москва, Россия
deevms@mail.ru

Адрес для переписки: Акмалджон Саломович ВАХОБОВ

117198, г. Москва, ул. Миклухо Маклая, д. 10к2

+7 (929) 609-40-44

johnny.vakhobov@mail.ru

Образец цитирования:

Вахобов А. С., Вафин С. М., Деев М. С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ ДИАМЕТРАЛЬНОМ РАЗРЫВЕ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ КОМПОЗИТНЫХ БЛОКОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРОНОК ПО МЕТОДИКЕ CAD/CAM У КРЕСЛА ПАЦИЕНТА. Проблемы стоматологии. 2026; 1: 239-243.

© Вахобов А. С. и др., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-1-231-235

Поступила 17.12.2025. Принята к печати 06.02.2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-1-239-243

A STUDY OF THE STRENGTH OF RUSSIAN AND FOREIGN COMPOSITE BLOCKS FOR THE PRODUCTION OF CROWNS USING THE CHAIRSIDE CAD/CAM TECHNIQUE

Vakhobov A.S., Vafin S.M., Deev M.S.

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

Abstract

This paper presents the results of a comparative experimental study of the strength characteristics of blocks made from a domestic composite material and foreign analogues used in prosthetic dentistry. The tests were carried out to determine resistance to diametral tensile strength in strict accordance with the requirements of current regulatory documents and GOST standards, which ensured the comparability and reproducibility of the obtained results. The aim of the study was a comprehensive assessment of the mechanical properties of the Russian composite material in order to determine the feasibility of its use in the fabrication of dental crowns and other prosthetic structures operating under increased functional loads. For the study, standard specimens of composite blocks were manufactured and tested under identical loading conditions, deformation rates, and temperature regimes. The experimental data obtained were subjected to statistical processing and comparative analysis with the corresponding indicators of foreign materials widely used in clinical practice. Particular attention was paid to the evaluation of ultimate strength values and the fracture behavior of the specimens. As a result of the study, it was established that the domestic composite material demonstrates a level of diametral tensile strength comparable to that of foreign analogues and, in some cases, is not inferior to them in terms of key mechanical characteristics. This indicates the high quality of the developed material and its potential for practical application in dentistry. The obtained results confirm the possibility of using the Russian composite material in the fabrication of crowns and other prosthetic restorations, and also create prerequisites for the further development and improvement of domestic dental composite materials and the expansion of their clinical application.

Keywords: *composite material, strength, diametral tensile strength, GOST, dentistry, crown, prosthetic constructions, clinical application*

The authors declare no conflict of interest

Akmaldzhon S. VAKHOBOV ORCID ID 0009-0002-8711-6825

Postgraduate student, Department of Orthopaedic Dentistry, Medical Institute of the Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

johnny.vakhobov@mail.ru

Stanislav M. VAFIN ORCID ID 0000-0001-9495-7038

PhD, Associate Professor, Department of Orthopaedic Dentistry, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

stanislav_vafin@mail.ru

Mikhail S. DEEV ORCID ID 0000-0002-1851-2982

PhD, Professor, Department of Orthopaedic Dentistry, Medical Institute of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

deevms@mail.ru

Correspondence address: Akmaldzhon S. VAKHOBOV

10, build. 2, Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russia

+7 (929) 609-40-44

johnny.vakhobov@mail.ru

For citation:

Vakhobov A.S., Vafin S.M., Deev M.S.

A STUDY OF THE STRENGTH OF RUSSIAN AND FOREIGN COMPOSITE BLOCKS FOR THE PRODUCTION OF CROWNS USING THE CHAIRSIDE CAD/CAM TECHNIQUE. Actual problems in dentistry. 2026; 1: 239-243. (In Russ.)

© Vakhobov A.S. et al., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-1-239-243

Received 17.12.2025. Accepted 06.02.2026

Введение

В современной стоматологии широкое распространение получили CAD/CAM-технологии, обеспечивающие высокую точность реставраций и сокращение времени изготовления протезов. Особенно активно развиваются системы chairside-типа, позволяющие изготавливать постоянные реставрации непосредственно у кресла пациента. Преимуществами данного подхода являются сокращение времени лечения, вовлечение пациента в процесс изготовления конструкции, а также исключение необходимости участия зуботехнической лаборатории при сохранении высокого качества и прецизионности изделий. С точки зрения стоматологического материаловедения, особое внимание в последние годы уделяется композитным блокам для CAD/CAM-технологий, которые сочетают удовлетворительные эстетические и механические свойства с более щадящей обработкой по сравнению с керамическими материалами. К наиболее распространенным зарубежным композитным блокам относятся 3M Lava Ultimate (3M ESPE, США), Tetric CAD (Ivoclar Vivadent, Лихтенштейн) Brilliant Crios (Coltene, Швейцария), Cerasmart (GC, Япония) и др. На отечественном рынке постепенно появляются аналогичные материалы российского производства, что открывает возможности для их сравнительного анализа и оценки эксплуатационных характеристик. Выбор материала для chairside-реставраций нередко осуществляется на основании данных, представленных производителями. Однако рекомендации по применению различных композитных блоков, несмотря на различия в их химическом составе и степени наполнения, зачастую совпадают, что затрудняет объективный выбор оптимального материала для клинического использования. Поскольку реставрации, изготавливаемые по технологии chairside, предназначены преимущественно для восстановления одного зуба, ключевым критерием выбора материала является прочность. Наиболее информативным показателем, характеризующим устойчивость композитов к действию механических нагрузок, считается прочность при диаметральном разрыве. Этот показатель отражает способность материала сопротивляться сжимающим и растягивающим напряжениям, возникающим в различных участках образца при действии функциональных нагрузок. Метод испытания на диаметральное разрывное разрушение заключается в сжатии дискового образца по диаметру, при этом на его боковой поверхности формируются растягивающие напряжения, приводящие к разрушению по оси нагрузки. Данный метод позволяет количественно оценить прочность композитных материалов и надежность связей между органической (полимерной) и неорганической (наполненной) фазами, определяющих общую механическую устойчивость реставрации. Учитывая возросшие требования к прочностным свойствам реставрационных материалов, применяемых при изготовлении жевательных зубов методом CAD/CAM, актуальным представляется исследование композитных

блоков отечественного производства в сравнении с их зарубежными аналогами.

Цель настоящего исследования — провести сравнительное изучение прочности при диаметральном разрыве нового отечественного композитного материала, предназначенного для технологии chairside, и традиционных зарубежных образцов.

Материалы и методы

Для проведения исследований использовались композитные материалы Нолатек и их зарубежные аналоги: Tetric CAD (Ivoclar Vivadent, Лихтенштейн) и 3M Lava Ultimate (3M ESPE, США).

Для определения прочности при диаметральном разрыве в соответствии с ГОСТ 31574-2012 использовался метод испытания, сущность которого состоит в приложении сжимающей нагрузки в диаметральном направлении к образцу в форме таблетки. При этом напряжение сжатия вызывает растягивающие усилия материала в плоскости, перпендикулярной приложению нагрузки (рис. 1). При помощи диаметрального разрыва методом сжимающей нагрузки исследуются физико-механические свойства материалов, имеющих ограниченную пластическую деформацию.

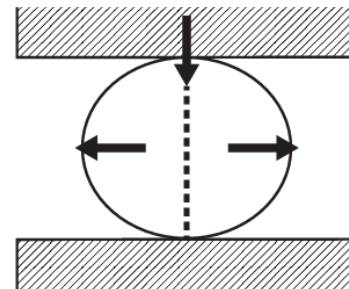


Рис. 1. Схема напряжений в образце при испытании методом диаметрального разрыва

Fig. 1. Stress pattern in a sample during diametric rupture testing

Определение прочности при диаметральном разрыве проводили на испытательной машине Zwick/Roell Z1010 (Zwick, Германия) в лаборатории разработки и физико-химических испытаний стоматологических материалов ФГБУ ЦНИИС и ЧЛХ МЗ РФ.

Образцы были изготовлены ручным способом, при помощи зуботехнических фрез и сепарационных дисков, под контролем штангенциркуля, размерами $(6 \pm 0,5) \times (3 \pm 0,5)$ мм по типу «шайба». Все образцы перед испытанием погружали в дистиллированную воду на 24 часа при температуре 37 °С. Непосредственно перед испытанием образцы извлекали из дистиллированной воды, обсушивали фильтровальной бумагой, измеряли диаметр и толщину каждого образца.

При испытании на диаметральное разрывное разрушение образец подвергали сжимающему усилию до полного разрушения при скорости движения траверсы испытательной машины 10 мм/мин (рис. 2). При помощи программного обеспечения определялась нагрузка при разрушении каждого образца материала, а также рассчитывалась

его прочность. Прочность при диаметральном разрыве T_p (МПа), рассчитывали по формуле:

$$T_p = \frac{2P}{\pi DL}, \quad (2)$$

где P — нагрузка при разрушении (Н),

D — диаметр образца (мм),

L — толщина образца (мм).

Испытывали по 10 образцов из каждого материала, вычисляли среднее арифметическое значение прочности с точностью до 0,1 МПа.



Рис. 2. Проведение испытания прочности при диаметральном разрыве

Fig. 2. Conducting a diametric strength test

Результаты и обсуждение

В ходе проведенного экспериментального исследования были изучены механические свойства трех групп композитных материалов, предназначенных для CAD/CAM-технологии chairside: отечественного композита Нолатек и его зарубежных аналогов — Tetric CAD (Ivoclar Vivadent, Лихтенштейн) и 3M Lava Ultimate (3M ESPE, США). Основным критерием оценки служила прочность при диаметральном разрыве, характеризующая сопротивление материала комплексным сжимающим и растягивающим напряжениям, возникающим в клинических условиях эксплуатации реставраций. Испытания проводились в стандартных условиях с использованием дискообразных образцов. В процессе эксперимента определялись значения нагрузки при разрушении (Н) и соответствующая прочность при диаметральном разрыве (σ), что позволило оценить устойчивость материалов к разрушению при воздействии внутренних напряжений, аналогичных клиническим окклюзионным силам. Согласно требованиям ГОСТ 31574-2012, минимально допустимое значение прочности при диаметральном разрыве для восстановительных стоматологических материалов составляет 34 МПа. Все исследованные образцы с большим запасом удовлетворяют этому нормативу, что подтверждает их высокую устойчивость к механическим воздействиям

и пригодность для клинического применения при изготовлении одиночных реставраций. Наибольшие значения прочности были получены у композита Нолатек, показатель которого составил 56,39 МПа, что на 2–4 % выше, чем у зарубежных аналогов (Tetric CAD — 54,07 МПа, 3M Lava Ultimate — 53,69 МПа) (табл. 1). Несмотря на сравнительно близкие значения, наблюдается устойчивая тенденция превосходства отечественного материала по данному параметру. Этот результат можно объяснить особенностями микроструктуры композита Нолатек, включающей равномерно распределенный неорганический наполнитель и оптимизированную полимерную матрицу, обеспечивающую эффективную передачу и рассеивание внутренних напряжений. Взаимодействие этих структурных компонентов формирует прочную межфазную связь, повышающую сопротивляемость материала к разрушению при диаметральном растяжении. Значения нагрузки при разрушении (Н) варьировали от 1484 Н до 1601 Н. Максимальная нагрузка зафиксирована у композита 3M Lava Ultimate (3M ESPE, США), что отражает его высокую плотность структуры и характер распределения наполнителя. Однако при этом значение прочности оказалось немного ниже, чем у Нолатек, что свидетельствует о различиях в упругих свойствах и внутренней энергии связи компонентов материала. Таким образом, отечественный материал Нолатек демонстрирует оптимальное сочетание прочности и упругости, что позволяет ему более эффективно воспринимать и перераспределять функциональные нагрузки, возникающие в условиях жевательного давления. Это свойство особенно важно для реставраций, выполненных методом CAD/CAM непосредственно у кресла пациента, где материал подвергается циклическим нагрузкам и температурным колебаниям.

Графическое представление результатов (рис. 3) показывает, что различия между материалами статистически незначительны, однако тенденция более высоких значений у Нолатек прослеживается устойчиво. Это подтверждает потенциал отечественных разработок в области CAD/CAM-композитов и их конкурентоспособность по сравнению с ведущими зарубежными аналогами (рис. 3). Прочность при диаметральном разрыве композитных материалов CAD/CAM (Диаграмма наглядно демонстрирует превосходство показателя прочности у материала Нолатек по сравнению с зарубежными аналогами.) Таким образом, проведенное исследование подтвердило, что все три исследованных композитных материала обладают высокими механическими свойствами, полностью соответствующими нормативным требованиям. Наилучшие результаты показал композит Нолатек, что свидетельствует о его перспективности для широкого применения в цифровом стоматологическом протезировании и необходимости дальнейшего изучения его физико-химических и эксплуатационных характеристик.

Прочность при диаметрально разрыве и нагрузка при разрушении

Table. Diametric tensile strength and breaking load

Показатели	Нолатек (ВладМиВа, Россия)	3M Lava Ultimate (3M ESPE, США)	Tetric CAD (Ivoclar Vivadent, Люксембург)
Прочность при диаметрально разрыве, МПа	56,39 ±2,39	53,69 ±2,38	54,07 ±4,58
Нагрузка при разрушении, Н	1593,65 ±28,67	1601,89 ±31,54	1484,35 ±23,21

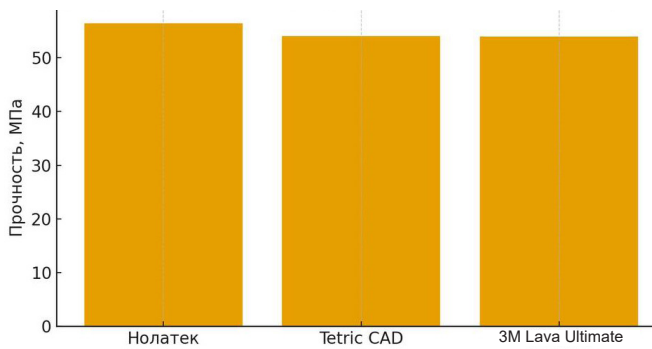


Рис. 3. Прочность при диаметрально разрыве композитных материалов CAD/CAM

Fig. 3. Diametric tensile strength of CAD/CAM composite materials

Выводы

1. Все исследованные композитные материалы (Нолатек, Tetric CAD, 3M Lava Ultimate) соответствуют требованиям ГОСТ 31574-2012 по прочности при диаметрально разрыве, превышая минимальное значение 34 МПа более чем в полтора раза.

2. Отечественный материал Нолатек показал наибольшую прочность (56,39 МПа) и относительную деформацию при разрушении (0,47%), что свидетельствует о его высоких прочностных и упругих характеристиках.

3. По совокупности механических свойств композит Нолатек не уступает, а по отдельным показателям превосходит зарубежные аналоги, что подтверждает его конкурентоспособность и перспективность применения в CAD/CAM-технология chairside.

Литература/References

1. Gracis S., Thompson V.P., Ferencz J.L., Silva N.R., Bonfante E.A. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International journal of prosthodontics*. 2015;28(3):227–235. <https://doi.org/10.11607/ijp.4244>
2. Giordano R. Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *Journal of the American Dental Association*. 2006;137(Suppl):14S-21S. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0397>
3. Sripetchdanond J., Leevailoj C. Wear of human enamel opposing monolithic zirconia, glass ceramic, and composite resin: an in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2014;112(5):1141–1150. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24980740>
4. Пермякова А. В., Николаев А. И. Исследование прочностных характеристик композитного реставрационного материала российского производства. *Прикладные информационные аспекты медицины*. 2020;23(2):64–69. [Permyakova A. V., Nikolaev A. I. Research of strength characteristics of composite restoration material of russian production. *Applied Information Aspects of Medicine*. 2020;23(2):64–69. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43844624&ysclid=mjgls1yyc0570153009>
5. Мельник А. С., Горяинова К. Э., Лебеденко И. Ю. Обзор современных материалов для изготовления керамических коронок у кресла пациента методом компьютерного фрезерования. *Российский стоматологический журнал*. 2014;18(6):24–28. [Melnik A. S., Goryainova K. E., Lebedenko I. Y. Review modern materials for the manufacturing ceramic crowns at the chairside by the method of computer milling. *Russian Journal of Dentistry*. 2014;18(6):24–28. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/dent.39270>
6. Гончаров Н. А. Клинико-лабораторное обоснование применения нового композиционного материала для временного протезирования: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Воронеж; 2020. 134 с. [Goncharov N. A. Clinical and laboratory substantiation of the use of a new composite material for temporary prosthetics: dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences. Voronezh; 2020. 134 p. (In Russ.). <https://vrngmu.ru/upload/iblock/929/929c58a2e477322c45ab258cff1721b0.pdf>
7. Горяинова К. Э., Русанов Ф. С., Поюровская И. Я., Ретинская М. В., Лебеденко И. Ю. Сравнительная оценка прочности стоматологических материалов для методики cad/cam у кресла пациента. *Российский стоматологический журнал*. 2016;20(3):116–120. [Goryainova K. E., Rusanov F. S., Poyurovskaya I. Ya., Retinskaya M. V., Lebedenko I. Yu. Comparative assessment of strength of dental cad/cam materials for chairside techniques. 2016;20(3):116–120. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=26331214>