

DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-1-129-135
УДК: 616.314-089.844-77-07

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭТАПАХ ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПОЛНЫМ ОТСУТСТВИЕМ ЗУБОВ

Асташина Н. Б., Бажин А. А., Урсакий О. Н., Старкова А. В.

Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия

Аннотация

Актуальность исследования продиктована необходимостью повышения эффективности ортопедического лечения пациентов с полным отсутствием зубов за счет внедрения новых композиционных материалов, применение которых обеспечивает высокую прочность протетических конструкций, а также за счет разработки методов изготовления полных съемных пластинчатых протезов с применением современных цифровых технологий, что в целом способствует увеличению срока службы зубных протезов, особенно при наличии сложных клинических условий.

Цель работы: повышение эффективности ортопедического стоматологического лечения пациентов с полным отсутствием зубов на основе разработки и внедрения новой конструкции полного съемного пластинчатого протеза с базисом из акриловой пластмассы и введенным каркасом из композиционного материала на основе стекловолокна.

Материалы и методы. С учетом анализа данных отечественной и зарубежной литературы была разработана конструкция и предложена технология изготовления полного съемного пластинчатого протеза с комбинированным базисом, каркас которого выполнен из композиционного материала Trinia. В ходе работы изучены морфология и микроструктура новой комбинации полимеров, а также, в сравнительном аспекте, оценены их физико-механические свойства.

Результаты. В ходе исследования микроструктуры нами установлено, что композиционный материал на основе стекловолокна имеет химическую связь с акриловой пластмассой и высокую однородность структуры. Физико-механические испытания показали, что при армировании базисной пластмассы материалом Trinia отмечается повышение прочности исследуемых образцов, превосходящее имеющиеся аналоги. Разработаны и апробированы клинико-лабораторные этапы изготовления новой конструкции, сочетающие в себе аналоговые и цифровые методы.

Выводы: введение композиционного материала в конструкцию комбинированного полного съемного пластинчатого протеза позволит улучшить прочностные свойства его базиса, увеличить эксплуатационные характеристики и снизить вес. Использование цифровых технологий обеспечит возможность применения высокопрочных композитных материалов.

Ключевые слова: композиционные материалы армированные стекловолокном, акриловая пластмасса, полный съемный пластинчатый протез, CAD/CAM-технологии, цифровая стоматология

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Наталья Борисовна АСТАШИНА ORCID ID 0000-0003-1135-7833

*Д. м. н., заведующая кафедрой ортопедической стоматологии, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия
astashina.nb@gmail.com*

Алексей Александрович БАЖИН ORCID ID 0000-0001-6226-9708

*Аспирант кафедры ортопедической стоматологии, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия.
aleksei.bazhin2012@yandex.ru*

Ольга Николаевна УРСАКИЙ ORCID ID 0000-0003-2634-7398

*К. м. н., ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия
olgauraskiy@gmail.com*

Анна Валерьевна СТАРКОВА ORCID ID 0000-0001-7267-4280

*К. м. н., ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия
Starkova.a.v@yandex.ru*

Адрес для переписки: Алексей Александрович БАЖИН

614000, г. Пермь, ул. Революции, д. 22, кв. 182

Тел. +7 (919) 4424046

aleksei.bazhin2012@yandex

Образец цитирования:

Асташина Н. Б., Бажин А. А., Урсакий О. Н., Старкова А. В. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭТАПАХ ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПОЛНЫМ ОТСУТСТВИЕМ ЗУБОВ. Проблемы стоматологии. 2021; 1: 129-135.

© Асташина Н. Б. и др., 2021

DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-1-129-135

Поступила 12.01.2021. Принята к печати 27.02.2021

DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-1-129-135

POSSIBILITIES OF USING COMPOSITE MATERIALS AND DIGITAL TECHNOLOGIES AT THE STAGES OF ORTHOPEDIC TREATMENT OF PATIENTS WITH COMPLETE ABSENCE OF TEETH

Astashina N.B., Bazhin A.A., Ursakiy O.N., Starkova A.V.

E.A. Vagner Perm State Medical University, Perm, Russia

Annotation

The relevance of the study is dictated by the need to increase the efficiency of prosthetic treatment of patients with full absence of teeth, through the introduction of new composite materials, the use of which provides high strength of prosthetic structures, as well as the development of methods for the manufacture of full removable plate denture using modern digital technologies, which in general contributes to increase the service life of dentures, especially in the presence of difficult clinical conditions.

Purpose of the work: increasing the efficiency of prosthetic dental treatment of patients with full absence of teeth on the basis of the development and implementation of a new design of a full removable plate denture with a base made of acrylic resin and an introduced frame made of composite material based on fiberglass.

Materials and methods: taking into account the analysis of data from domestic and foreign literature, a design was developed and a technology for manufacturing a full removable plate denture with a combined basis was proposed, the frame of which was made of composite material Trinia. In the course of the work, the morphology and microstructure of a new combination of polymers were studied, and also, in a comparative aspect, their physical and mechanical properties were evaluated.

Results: during the study of the microstructure, we found that the composite material based on glass fiber has a chemical bond with acrylic resin and a high homogeneity of the structure. Physicomechanical tests showed that when the base resin is reinforced with Trinia material, an increase in the strength of the samples under study is noted, which exceeds the existing analogues. Clinical and laboratory stages of manufacturing a new design, combining analog and digital methods, have been developed and tested.

Conclusions: the introduction of a composite material into the design of a combined full removable plate denture will improve the strength properties of its base, increase performance and reduce weight. The use of digital technology will enable the use of high-strength composite materials.

Keywords: fiberglass-reinforced composite materials, acrylic resin, full removable plate denture, CAD/CAM technologies, digital dentistry

The authors declare no conflict of interest.

Natalia B. ASTASHINA ORCID ID 0000-0003-1135-7833

Grand PhD in Medical sciences, E.A. Vagner Perm State Medical University, Perm, Russia
astashina.nb@gmail.com

Aleksey A. BAZHIN ORCID ID 0000-0001-6226-9708

Post-graduate student of the Department of Prosthetic dentistry, E.A. Vagner Perm State Medical University, Perm, Russia
aleksei.bazhin2012@yandex.ru

Olga N. URSAKIY ORCID ID 0000-0003-2634-7398

Assistant of the Department of Prosthetic dentistry, E.A. Vagner Perm State Medical University, Perm, Russia
olgaursakiy@gmail.com

Anna V. STARKOVA ORCID ID 0000-0001-7267-4280

Assistant of the Department of prosthetic dentistry, E. A. Vagner Perm State Medical University, Perm, Russia
Starkova.a.v@yandex.ru

Correspondence address: Alexey A. BAZHIN

614000, Perm, Revolyutsii str., 22 -182

Tel. +7 (919) 4424046

aleksei.bazhin2012@yandex

For citation:

Astashina N.B., Bazhin A.A., Ursakiy O.N., Starkova A.V. POSSIBILITIES OF USING COMPOSITE MATERIALS AND DIGITAL TECHNOLOGIES AT THE STAGES OF ORTHOPEDIC TREATMENT OF PATIENTS WITH COMPLETE ABSENCE OF TEETH Actual problems in dentistry. 2021; 1: 129-135. (In Russ.)

© Astashina N.B. et al., 2021

DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-1-129-135

Received 12.01.2021. Accepted 27.02.2021

Введение

Активное внедрение CAD/CAM технологий в стоматологию в последнее десятилетие позволило при минимальных временных и технических затратах создавать высокопрочные и эстетичные конструкции [7, 16, 19]. Традиционно при полном отсутствии зубов используются съемные пластиночные зубные протезы, базис которых изготовлен из акриловой пластмассы на основе полиметилметакрилата, имеющей удовлетворительные эстетические свойства, отличающейся технологичностью, однако не в полной мере удовлетворяющей требованиям прочности и жесткости [1, 2, 9, 11, 12, 23]. С целью профилактики поломок съемных пластиночных протезов и увеличения срока их службы, особенно в сложных клинических условиях, достаточно часто применяется армирование базиса, основанное на использовании металлических компонентов [6, 8, 17, 20, 22]. Недостатком таких конструкций является образование микротрещин и сколов базиса из-за недостаточной адгезии акриловой пластмассы к металлу, также при использовании литых армировок возможно ухудшение фиксации полных съемных протезов на верхнюю челюсть за счет увеличения их веса [6, 8, 24, 25]. Для замены металлических элементов стоматологических конструкций — шин, мостовидных протезов, эндодонтических штифтов — все шире применяются композиты, усиленные волокнами разных типов [3, 13, 21]. Введение волокон, обладающего высокими показателями прочности и гибкости, способствует повышению биомеханических свойств композитных материалов, однако для армирования базисов съемных пластиночных протезов данная группа материалов используется редко [10, 14, 18]. В связи с вышеуказанным, проблема поиска материалов и разработка технологий, обеспечивающих прочность и долговечность полных съемных пластиночных протезов, сохраняет свою актуальность.

Цель работы: повышение эффективности ортопедического стоматологического лечения пациентов с полным отсутствием зубов на основе разработки и внедрения новой конструкции полного съемного пластиночного протеза с базисом из акриловой пластмассы и введенным каркасом из композиционного материала на основе стекловолокна.

Материалы и методы

С учетом анализа данных отечественной и зарубежной литературы, для повышения эффективности протетического лечения пациентов с полным отсутствием зубов была разработана конструкция полного съемного пластиночного протеза с комбинированным базисом [5]. Основой предлагаемого технологического решения является наличие каркаса, выполненного из композиционного материала, армированного

стекловолокном Trinia (фирмы Vicon, LLC, Boston USA). Примененный композитный материал нового поколения состоит из полимерной матрицы и стекловолокна, имеющего высокую прочность (прочность при изгибе — 393 МПа, модуль изгиба — 18,8 ГПа).

Особенность технологии изготовления разработанной конструкции полного съемного пластиночного протеза заключается в получении каркаса из композиционного материала на основе стекловолокна методом компьютерного фрезерования (при помощи фрезерной установки Imes icore 250i) и изготовлении базиса из акриловой пластмассы на основе полиметилметакрилата, литьевым прессованием и последующей горячей полимеризацией.

Для изучения морфологии и микроструктуры образцов из акриловых полимеров, армированных металлической сеткой и композитным каркасом на основе стекловолокна, проведены экспериментальные исследования, направленные на сравнительную оценку физико-механических свойств, в том числе при растяжении, изгибе, а также определение трещиностойкости согласно ГОСТ [4]. В качестве объекта исследования были использованы образцы трех типов: 1 — из акриловой пластмассы; 2 — из акриловой пластмассы, армированные металлической сеткой; 3 — из акриловой пластмассы с каркасом из композиционного материала на основе стекловолокна. Образцы изготовлены по технологии компрессионного прессования, в заранее заготовленных формах для каждого вида испытаний, толщина образцов соответствовала средней толщине базиса полного съемного пластиночного протеза — 1,8 мм. Образцы получали в соответствии с технологией изготовления базисов съемных пластиночных протезов, с учетом инструкций фирм-производителей, соблюдая температурные режимы. Для проведения анализа микроструктуры получали профили поверхностей образцов. Исследования проводили с помощью материаловедческого оптического микроскопа Axiovert 40MT (Carl Zeiss) при увеличении x200, x500 и сканирующего электронного микроскопа FEI Quanta 650 при увеличении до x30000. Физико-механические испытания проводились согласно ГОСТам: ГОСТ Р 56785-2015 (растяжение), ГОСТ 25.604-82 (изгиб), ГОСТ Р 56740-2015 (трещиностойкость).

Результаты

На доклиническом этапе исследований для оценки морфологии комбинированных образцов был проведен анализ их микроструктуры. В ходе исследования выявлено, что усиливающие волокна препятствуют распространению трещин путем химического связывания полимерной матрицы ковалентными связями (рис. 1).

Матрица распределяет нагрузки между волокнами и защищает волокна от внешней среды (влаги, меха-

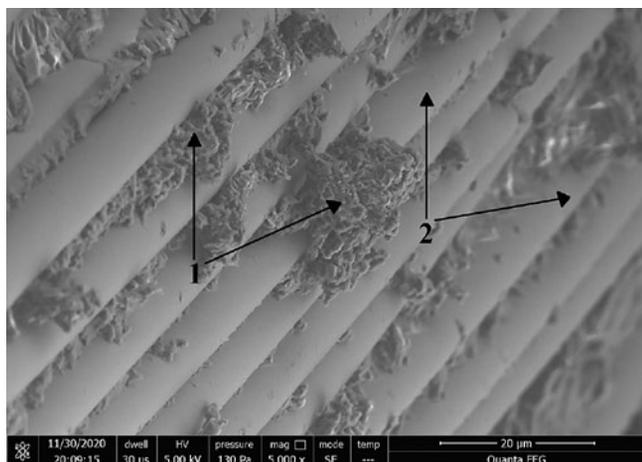


Рис. 1. Электронно-микроскопическое изображение поверхности композиционного материала, армированного стекловолокном, на котором наблюдается интеграция полимерной матрицы (1) и армирующих нитей (2), увеличение $\times 5000$

Fig. 1. Electron microscopic image of the surface of a composite material reinforced with glass fiber, on which the integration of the polymer matrix (1) and reinforcing threads (2) is observed, magnification $\times 5000$

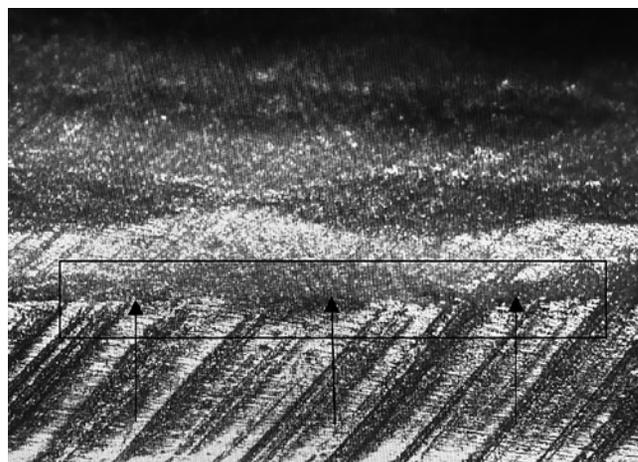


Рис. 2. Оптические изображения профиля поверхности образца из акриловой пластмассы и композиционного материала, стрелками указаны фрагменты перехода «полимерная матрица — армирующий компонент», увеличение $\times 500$

Fig. 2. Optical images of the surface profile of the sample made of acrylic plastic and composite material, the arrows indicate the fragments of the transition «polymer matrix — reinforcing component», magnification $\times 500$

нических ударов). Нами установлено, что материал имеет химическую связь с акриловой пластмассой, используемой для изготовления базисов полных съемных пластиночных протезов (рис. 2).

Физико-механические испытания показали, что комбинация базисной пластмассы с материалом Trinia демонстрирует хорошие прочностные свойства, существенно превосходя аналоги, в частности, акриловую базисную пластмассу и комбинации пластмассы с металлической сеткой [4]. Модуль Юнга на разрыв для упругого участка акриловой пластмассы на основе полиметилметакрилата составил 919 ± 79 МПа, для образцов армированных металлической сеткой Renfert — $1072 \pm 83,9$ МПа, а для образцов с введенным материалом Trinia — $1669,7 \pm 218,1$ МПа, что на 77,7% больше, чем у аналогичных образцов из однородной пластмассы и на 55,7% больше, чем у образцов с металлической сеткой. Модуль Юнга на изгиб для упругого участка акриловой пластмассы на основе полиметилметакрилата равен 2971 ± 346 МПа, для образцов, армированных металлической сеткой, — 3064 ± 118 МПа, а для образцов с введенным материалом Trinia — 4277 ± 367 МПа. Параметры трещиностойкости акриловой пластмассы на основе полиметилметакрилата находились на уровне 0.00147 ± 0.00017 МПа \cdot м 0,5 , для образцов, армированных металлической сеткой, — 0.00163 ± 0.00037 МПа \cdot м 0,5 , а для образцов с введенным композиционным материалом — 0.00288 ± 0.00060 МПа \cdot м 0,5 , что почти в 2 раза выше, чем у образцов из однородной пластмассы и образцов с металлической сеткой.

На основе полученных данных коллективом авторов (Асташина Н. Б., Митрущенко Ю. Н., Бажин



Рис. 3. Схема комбинированного полного съемного пластиночного протеза с каркасом из композиционного материала: 1 — искусственные зубы; 2 — пластмассовый базис; 3 — каркас из композиционного материала

Fig. 3. Scheme of a combined full removable plate denture with a frame made of composite material: 1 — artificial teeth; 2 — plastic base; 3 — frame made of composite material

А. А., Рогожникова Е. П., Казаков С. В., 2019) разработана конструкция комбинированного полного съемного протеза [5], состоящего из пластмассового базиса, имеющего внутреннюю и наружную части, между которыми введен каркас, выполненный из композиционного материала. Каркас имеет поперечное сечение 0,7-1,0 мм; располагается по типу «сэндвича», отступая от границ акрилового базиса верхней и нижней челюсти на 2-3 мм, перекрывая альвеолярный отросток в проекции всех зубов. На базисе с каркасом расположены искусственные зубы, выполненные из пластмассы (рис. 3).

Технология изготовления полного съемного пластиночного протеза с каркасом, выполненным из композиционного материала, состоит из следующих клинично-лабораторных этапов. Получение рабочих анатомических и вспомогательных оттисков; изго-

товление гипсовых моделей с восковыми базисами и прикусными шаблонами; на следующем клиническом этапе — определение центрального соотношения челюстей. Далее в зуботехнической лаборатории приступают к изготовлению каркаса полного съемного протеза. На этом этапе лабораторным сканером (например, Dentsply Sirona Ineos X5) сканируют модели, моделируют каркас при помощи программы Exocad (рис. 4) и методом компьютерного фрезерования при помощи фрезерной установки (Imes icore 250i) получают каркас из компози-

онного материала, армированного стекловолокном (рис. 5, 6).

Каркас устанавливают на восковую внутреннюю часть базиса, расположенную на рабочей гипсовой модели. Поверх каркаса формируют наружную часть базиса из воска и приступают к постановке искусственных зубов (рис. 7).

На следующем клиническом этапе в полости рта пациента проводят проверку восковой репродукции протеза с введенным каркасом. Замену воска на пластмассу осуществляют по традиционной технологии



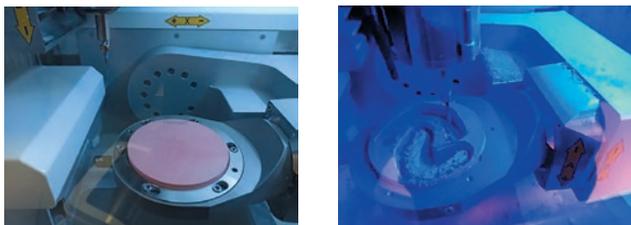
а



б

Рис. 4. 3D-изображение каркаса полного съемного протеза, отмоделированного в программе Exocad: а — для верхней челюсти; б — для нижней челюсти

Fig. 4. 3D image of the frame of a complete removable denture, modeled in the Autocad program: a — for the upper jaw; b — for the lower jaw

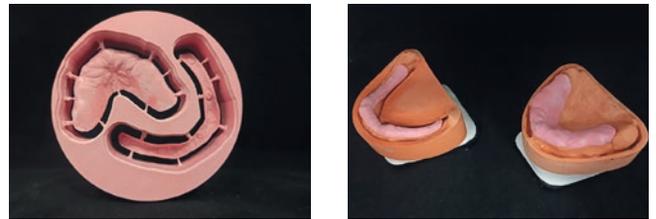


а

б

Рис. 5. Этап фрезерования на установке Imes icore 250i каркасов из блока Trinia для верхней и нижней челюсти: а — установленный блок Trinia Disc Pink (98mm x 25mm); б — процесс фрезерования композиционного блока

Fig. 5. Milling stage on the Imes icore 250i installation of Trinia block frames for the upper and lower jaw: a — installed Trinia Disc Pink block (98mm x 25mm); b — the process of milling the composite block

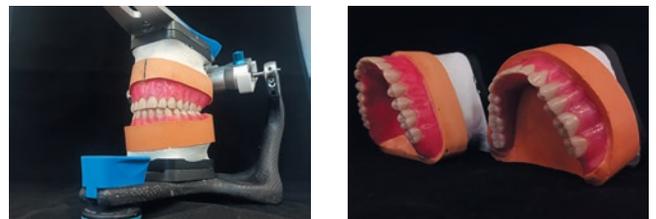


а

б

Рис. 6. Отфрезерованные каркасы для комбинированных полных съемных пластиночных протезов из композиционного материала Trinia: а — блок Trinia Disc Pink с полученными каркасами; б — обработанные каркасы, установленные на модели верхней и нижней челюсти

Fig. 6. Milled frames for combined full removable plate denture made of Trinia composite material: a — Trinia Disc Pink block with the resulting frames; b — processed frames installed on the model of the upper and lower jaw

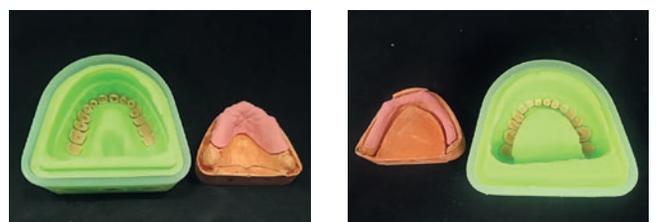


а

б

Рис. 7. Восковые базисы с каркасом и искусственными зубами: а — установленные в артикуляторе Amann Girrback Artex CR; б — восковые репродукции протезов с введенными каркасами на моделях верхней и нижней челюсти

Fig. 7. Wax bases with a skeleton and artificial tooth: a — installed in the articulator Amann Girrback Artex CR; b — wax reproductions of denture, with the inserted frames on models of the upper and lower jaw



а

б

Рис. 8. Подготовленные кюветы для полимеризации акриловой пластмассы: а — для верхней челюсти; б — для нижней челюсти

Fig. 8. Prepared cuvettes for the polymerization of acrylic plastic: a — for the upper jaw; b — for the lower jaw

(рис. 8), после чего конструкцию протеза извлекают, шлифуют, полируют (рис. 9).

Финальным этапом является припасовывание и фиксация протеза в полости рта пациента, коррекция окклюзионных взаимоотношений (рис. 10).

Выводы

На основании данных оценки микроструктуры и результатов физико-механических испытаний можно сделать вывод о том, что формирование пустот между полимерной основой и традиционно применяемой для укрепления базиса металлической сеткой, ввиду отсутствия между ними химической связи, может способствовать возникновению сколов конструкций и сокращению периода их эксплуатации. Также определено, что применение металлической сетки в качестве укрепления базиса полного съемного пластиночного протеза имеет низкую эффективность. В свою очередь, наличие химической связи между акриловой пластмассой и композиционным материалом обеспечивает однородность микроструктуры и, как следствие, прогнозируемо высокие физико-механические характеристики образцов. В частности, модуль Юнга на разрыв для упругого участка акриловой пластмассы на основе полиметилметакрилата составил 919 ± 79 МПа, для образцов, армированных металлической сеткой, — $1072 \pm 83,9$ МПа, а для образцов с введенным композиционным материалом, армированным стекловолокном, — $1669,7 \pm 218,1$ МПа, что на 77,7% больше, чем у аналогичных образцов из однородной пластмассы и на 55,7% больше, чем у образцов с металлической сеткой. Таким образом, введение композиционного материала на основе стекловолокна в конструкцию комбинированного протеза позволит улучшить прочностные свойства базиса протеза, увеличить эксплуатационные характеристики конструкции и снизить ее вес. Использование CAD/CAM технологий обеспечивает возможность

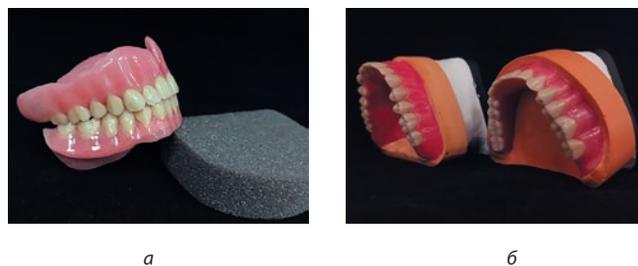


Рис. 9. Готовые конструкции комбинированных полных съемных пластиночных протезов на верхнюю и нижнюю челюсть с каркасами из композиционного материала на основе стекловолокна: а — с вестибулярной стороны; б — со стороны протезного ложа

Fig. 9. Ready-made structures of combined complete removable plate denture for the upper and lower jaw with frames made of a composite material based on fiberglass: a — from the vestibular side; b — from the side of the prosthetic bed



Рис. 10. Комбинированные полные съемные пластиночные протезы в полости рта пациента

Fig. 10. Combined complete removable plate denture in the patient's oral cavity

применения высокопрочных композитных материалов, дает достаточную точность при изготовлении каркаса комбинированного полного съемного пластиночного протеза. Показанием к применению разработанной конструкции комбинированного полного съемного пластиночного протеза является полная утрата зубов на верхней и нижней челюстях, особенно при сложных клинических условиях, для восстановления функции жевания, артикуляции и речи.

Литература / References

1. Арутюнов С.Д. Клиническое применение усовершенствованной методики реставрации съемных пластиночных зубных протезов после поломки. Современные проблемы науки и образования. 2016;1:26-26. [S.D. Arutyunov. Clinical application of the improved technique of restoration of removable plate dentures after breakage. Modern problems of science and education. 2016;1:26-26. (In Russ.)].
2. Арутюнов С.Д., Лебедево И.Ю. Повышение эффективности реставрации съемных пластиночных зубных протезов после поломки. Российский стоматологический журнал. 2014;5:4-6. [S.D. Arutyunov, I.Yu. Lebedenko. Improving the efficiency of restoration of removable plate dentures after breakage. Russian Dental Journal. 2014;5:4-6. (In Russ.)].
3. Асташина Н.Б. Оценка основных характеристик углеродного волокна и перспективы его применения на этапах лечения пациентов с генерализованным пародонитом. Российский стоматологический журнал. 2015;19:1. [N.B. Astashina. Evaluation of the main characteristics of carbon fiber and prospects for its use at the stages of treatment of patients with generalized periodontitis. Russian Dental Journal. 2015;19:1. (In Russ.)].
4. Асташина Н.Б. Экспериментальное исследование свойств базиса нового комбинированного полного съемного пластиночного протеза. Российский журнал биомеханики. 2020;24:3:330-343. [N.B. Astashina. Experimental investigation of the properties of the basis of a new combined complete removable plate prosthesis. Russian Journal of Biomechanics. 2020;24:3:330-343. (In Russ.)].
5. Асташина Н.Б., Митрущенко Ю.Н., Бажин А.А. Комбинированный полный съемный протез. Патент России № RU 194083 U1. 2019. [N.B. Astashina, Yu.N. Mitrushchenkov, A.A. Bazhin. Combined complete removable prosthesis. Russian Patent for invention No. RU 194083 U1. 2019. (In Russ.)].
6. Василенко Р.Э. Сравнительные физико-механические и прочностные характеристики армированных и неармированных полных съемных пластиночных протезов верхней челюсти. Современная стоматология. 2015;3:94-97. [R.E. Vasilenko. Comparative physical-mechanical and strength characteristics of reinforced and non-reinforced complete removable plate prostheses of the upper jaw. Modern dentistry. 2015;3:94-97. (In Russ.)].
7. Горелова В.А., Орехов С.Н., Матвеев С.В. CAD/CAM-технология в ортопедической стоматологии. Международный студенческий научный вестник. 2016;4-3:246-248. [V.A. Gorelova, S.N. Orekhov, S.V. Matveev. CAD / CAM-technology in orthopedic dentistry. International Student Scientific Bulletin. 2016;4-3:246-248. (In Russ.)].
8. Жолудев С.Е. Применение металлизированных базисов съемных пластиночных протезов при явлениях непереносимости акрилатов: дис. ... канд. мед. наук. 14.00.21. Москва, 1990:160. [S.E. Zholudev. Application of metallized bases of removable plate prostheses in the phenomena of acrylate intolerance: dis. ... candidate of med. sciences. 14.00.21. Moscow, 1990:160. (In Russ.)].
9. Каливраджиян Э.С., Брагин Е.А., Жолудев С.Е. Руководство по стоматологическому материаловедению. Москва : МИА. 2013:88. [E.S. Kalivrajjiyan, E.A. Bragin, S.E. Zholudev. Guide to dental materials science. Moscow : MIA. 2013:88. (In Russ.)].

10. Карасева В.В. Профилактика частых переломов пластиночных протезов путем использования армирующей кварцевой сетки. Проблемы стоматологии. 2014;5. [V.V. Karaseva. Prevention of frequent fractures of plate prostheses by using reinforcing quartz mesh. Actual problems in dentistry. 2014;5. (In Russ.)].
11. Кузнецов С.В. Комплексная стоматологическая реабилитация пациентов пожилого и старческого возраста. Москва. 2015. [S.V. Kuznetsov. Complex dental rehabilitation of elderly and senile patients. Moscow. 2015. (In Russ.)].
12. Курбанов О.Р. Определение потребности населения в различных видах зубных протезов. Вестник Медицинского стоматологического института. 2016;3:13-16. [O.R. Kurbanov. Determination of the population's need for various types of dentures. Bulletin of the Medical Dental Institute. 2016;3:13-16. (In Russ.)].
13. Матвеев Д.В. и др. Исследование прочности на изгиб армированного композита. Тверской медицинский журнал. 2016;4:73-75. [D.V. Matveev et al. Study of the bending strength of reinforced composite. Tver Medical Journal. 2016;4:73-75. (In Russ.)].
14. Пархамович С.Н., Тюкова Е. А. Волоконное армирование композитных реставраций в клинической стоматологии. Современная стоматология. 2017;2(67). [S.N. Parkhamovich, E.A. Tyukova. Fiber reinforcement of composite restorations in clinical dentistry. Modern dentistry. 2017;2(67). (In Russ.)].
15. Файчук Н.В. Использование безметалловых штифтов в повседневной практике врача-стоматолога. 2017. [N.V. Faichuk. The use of metal-free pins in the daily practice of a dentist. 2017. (In Russ.)].
16. Alghazzawi T.F. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation // Journal of prosthodontic research. – 2016;60;2:72-84. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.01.003>
17. Murthy H. B. M. et al. Effect of reinforcement using stainless steel mesh, glass fibers, and polyethylene on the impact strength of heat cure denture base resin-An in vitro study // Journal of international oral health: JIOH. – 2015;7;6:71.
18. Goguță L. M. et al. Glass fibre reinforced acrylic resin complete dentures: a 5-year clinical study // Gerodontology. – 2012;29;1:64-69. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.10.013>
19. Russo L. L., Salami A. Removable complete digital dentures: A workflow that integrates open technologies // The Journal of prosthetic dentistry. – 2018;119;5:727-732. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.06.019>
20. Takahashi T. et al. Reinforcement in removable prosthodontics: A literature review // Journal of oral rehabilitation. – 2017;44;2:133-143. <https://doi.org/10.1111/joor.12464>
21. Takahashi Y., Yoshida K., Shimizu H. Effect of location of glass fiber-reinforced composite reinforcement on the flexural properties of a maxillary complete denture in vitro // Acta Odontologica Scandinavica. – 2011;69;4:215-221. <https://doi.org/10.3109/23337931.2015.1099441>
22. Tomita A. et al. Survey of Denture Repair Cases: Denture Reinforcement Makes Patients Able to Use Their Dentures for Longer Periods // International Journal of Prosthodontics. – 2018;31;4.
23. Wöstmann B. et al. Indications for removable partial dentures: A literature review // International Journal of Prosthodontics. – 2005;18;2.
24. Yoshida K., Takahashi Y., Shimizu H. Effect of embedded metal reinforcements and their location on the fracture resistance of acrylic resin complete dentures // Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry. – 2011;20;5:366-371. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-849X.2011.00720.x>
25. Yu S. H. et al. Effects of glass fiber mesh with different fiber content and structures on the compressive properties of complete dentures // The Journal of Prosthetic Dentistry. – 2015;113;6:636-644. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.10.013>