

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-3-164-168

УДК: 616.314-089.23

## РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ ШТИФТОВО-КУЛЬТЕВОЙ ВКЛАДКИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗУБОСОХРАНЯЮЩЕГО ПОДХОДА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТАМИ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ

Асташина Н. Б.<sup>1</sup>, Балыбердин Г. М.<sup>1,2</sup>, Казаков С. В.<sup>1</sup>, Майорова Л. В.<sup>1</sup>, Петрачев А. С.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия

<sup>2</sup> Городская стоматологическая поликлиника № 5, г. Пермь, Россия

### Аннотация

**Предмет исследования** — штифтово-культевая вкладка, изготовленная с использованием цифровых технологий. Использование в ортопедической стоматологии штифтово-культевых вкладок для замещения дефектов твердых тканей зубов направлено на сохранение целостности и функции зубного ряда, а также на достижение высокой эстетики реставраций. Рассматриваемая ортопедическая конструкция может быть применена в клинических ситуациях как метод выбора при сложностях выполнения операции дентальной имплантации. При обоснованном использовании штифтово-культевых вкладок в качестве опор для искусственных коронок сохраняется корень зуба, обеспечивается высокая эстетичность реставрации и ее функциональность, что в целом обеспечивает эффективность ортопедического лечения. В статье определены основные требуемые характеристики и представлены результаты разработки комбинированной штифтово-культевой вкладки, изготавливаемой с применением современных, в том числе аддитивных методов производства. **Цель** — разработать усовершенствованную конструкцию комбинированной штифтово-культевой вкладки, отвечающей требованиям эстетики и функциональности. **Методология**. Осуществлена модификация конструкции штифтово-культевой вкладки за счет усовершенствования ее отдельных компонентов. В ходе работы задействованы автоматизированные цифровые программы для проектирования и моделирования штифтово-культевой конструкции. Для получения металлических компонентов вкладки применен метод селективного лазерного спекания из кобальто-хромового порошка, а культевая часть протеза выполнена из керамики способом прессования. **Результаты**. Разработана конструкция комбинированной штифтово-культевой вкладки и технология ее изготовления, основанная на применении цифровых методов. Проанализированы свойства конструкции, которые способны обеспечить высокую результативность ортопедического лечения.

**Выводы**. Разработанная в результате исследования комбинированная штифтово-культевая вкладка обладает рядом преимуществ. Применение программного обеспечения для объемного моделирования повышает точность изготовления данной ортопедической конструкции. Использование метода селективного лазерного спекания обеспечивает достижение необходимых прочностных показателей, а создание культи методом прессования керамики позволяет получить максимальную эстетику на конечном этапе протезирования.

**Ключевые слова:** зубосохраняющие технологии, комбинированная штифтово-культевая вкладка, селективное лазерное спекание, аддитивные технологии, пресс керамика, обширные дефекты коронок зубов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

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

д.м.н., заведующая кафедрой ортопедической стоматологии Пермского государственного медицинского университета им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия  
astashina.nb@gmail.com

**Глеб Максимович БАЛЫБЕРДИН** ORCID ID 0009-0008-4593-2940

врач-стоматолог-ортопед, Городская стоматологическая поликлиника № 5; лаборант кафедры ортопедической стоматологии Пермского государственного медицинского университета им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия  
glebbalyberdin@yandex.ru

**Сергей Владимирович КАЗАКОВ** ORCID ID 0009-0007-4058-795X

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии Пермского государственного медицинского университета им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия  
kazakov2012f@yandex.ru

**Лилия Владимировна МАЙОРОВА** ORCID ID 0009-0001-6562-6499

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии Пермского государственного медицинского университета им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия  
majorova.liliya@yandex.ru

**Артем Сергеевич ПЕТРАЧЕВ** ORCID ID 0000-0001-8557-9282

врач-стоматолог-хирург, Городская стоматологическая поликлиника № 5; ассистент кафедры ортопедической стоматологии Пермского государственного медицинского университета им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия  
artempetrachev@iut.by

**Адрес для переписки: Наталья Борисовна АСТАШИНА**

614990, Пермский край, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 26, кафедра ортопедической стоматологии  
+7 (912) 8860420  
astashina.nb@gmail.com

### Образец цитирования:

Асташина Н. Б., Балыбердин Г. М., Казаков С. В., Майорова Л. В., Петрачев А. С.

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ ШТИФТОВО-КУЛЬТЕВОЙ ВКЛАДКИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗУБОСОХРАНЯЮЩЕГО ПОДХОДА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТАМИ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ. Проблемы стоматологии. 2024; 3: 164-168.

© Асташина Н. Б. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-3-164-168

Поступила 02.09.2024. Принята к печати 11.10.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-3-164-168

## A MODERN SOLUTION IN A TOOTH-PRESERVING APPROACH IS A COMBINED PINE-STUMP LAY

Astashina N.B.<sup>1</sup>, Balyberdin G.M.<sup>1,2</sup>, Kazakov S.V.<sup>1</sup>, Maiorova L.V.<sup>1</sup>, Petrachev A.S.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia

<sup>2</sup> City Dental Clinic No. 5, Perm, Russia

### Annotation

**Subject.** The possibility of improving the pin-stump lay made using modern digital technologies. Reconstruction of the aesthetic defect of the tooth crown is one of the most important aspects in the work of an orthopedic dentist. Pin-stump designs make it possible to preserve your own teeth. However, the designs used today have a large number of disadvantages. The article defines the main required characteristics and proposes a modified combined pin-stump lay. The technology of manufacturing this type of prosthesis using modern additive methods is presented.

**Objectives.** is to develop and introduce into the practice of orthopedic dentistry an improved design of a combined pin-stump lay made using modern digital technologies.

**Methodology.** During the development, the design of the pin-stump lay was modified by improving the fixing elements in their location and geometric shape. Automated digital programs are used to simulate the pin-stump lay. A method of selective laser sintering of metal from cobalt-chromium powder has been applied to convert it to an analog. The ceramic stump part is implemented by pressing ceramics using traditional technology.

**Results.** A useful model of a combined pin-stump lay has been developed. A step-by-step manufacturing process using the capabilities of modern technologies in orthopedic dentistry is proposed. The advantages of the design at each stage of manufacture are described, ensuring a good result of orthopedic treatment.

**Conclusions.** The combined pin-stump lay developed as a result of the study has a number of advantages. The use of software for volumetric modeling increases the accuracy of manufacturing this orthopedic structure. Selective laser sintering makes it possible to obtain high strength characteristics. The ceramic processing method has a positive effect on the aesthetics parameter at the final stage of prosthetics.

**Keywords:** tooth-preserving technologies, combined pin-stump lay, selective laser sintering, additive technologies, press ceramics, extensive defects of dental crowns

The authors declare no conflict of interest.

**Nataliia B. ASTASHINA** ORCID ID 0000-0003-1135-7833

Grand PhD in Medical Sciences, Head of the Department of Prosthetic Dentistry, E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia  
astashina.nb@gmail.com

**Gleb. M. BALYBERDIN** ORCID ID 0009-0008-4593-2940

Orthopedic Dentist, City Dental Clinic No. 5; Laboratory Assistant, Department of Prosthetic Dentistry, E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia  
glebbalyberdin@yandex.ru

**Sergey V. KAZAKOV** ORCID ID 0009-0007-4058-795X

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Prosthetic Dentistry, E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia  
kazakov2012f@yandex.ru

**Lilia M. MAIOROVA** ORCID ID 0009-0001-6562-6499

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Prosthetic Dentistry, E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia  
majorova.liliya@yandex.ru

**Artem S. PETRACHEV** ORCID ID 0000-0001-8557-9282

Dental Surgeon, City Dental Clinic No. 5; Assistant of the Department of Prosthetic Dentistry, E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia  
artempetrachev@tut.by

**Correspondence address: Nataliia B. ASTASHINA**

614990, Perm, Petropavlovskaya, 26 Str., Department of Prosthetic Dentistry  
+7 (912) 8860420  
astashina.nb@gmail.com

**For citation:**

Astashina N.B., Balyberdin G.M., Kazakov S.V., Maiorova L.V., Petrachev A.S.

A MODERN SOLUTION IN A TOOTH-PRESERVING APPROACH IS A COMBINED PINE-STUMP LAY. *Actual problems in dentistry.* 2024; 3: 164-168. (In Russ.)

© Astashina N.B. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-3-164-168

Received 02.09.2024. Accepted 11.10.2024

## Введение

С появлением и усовершенствованием технологий дентальной имплантации зубосохраняющие подходы при ортопедическом лечении пациентов с дефектами твердых тканей зубов стали менее востребованы, однако удаление полноценных корней зубов не всегда обосновано. Применение штифтово-культевых конструкций показано при замещении дефектов твердых тканей зубов у пациентов, имеющих абсолютные или относительные противопоказания к проведению имплантации ввиду высокого риска развития осложнений [7, 10].

Нередко врачи-стоматологи-ортопеды отдают предпочтение дентальной имплантации с последующим протезированием, поскольку при использовании штифтово-культевых вкладок от воздействия внутриканального штифта в корнях зубов могут развиваться чрезмерные нагрузки, что вызывает переломы и сколы оставшихся твердых тканей. Однако следует отметить, что развитие новых подходов к эндодонтическому лечению, а также использование современных материалов способно обеспечить высокую результативность лечения с применением рациональных конструкций микропротезов. Исследователи отмечают, что определяющим фактором в успешности лечения штифтово-культевыми вкладками является качественно подготовленный к протезированию корень зуба и правильный выбор замещающей конструкции [8].

К недостаткам традиционно применяемых цельнолитых штифтово-культевых вкладок относится просвечивание металлических структур конструкции через керамические реставрации. Одним из путей решения этой проблемы является изготовление штифтово-культевых вкладок из диоксида циркония, однако известно, что и при их использовании возможно развитие осложнений, в частности, расцементирование микропротеза и перелом в области корневого устья. Поэтому продолжается поиск подходов, обеспечивающих достижение высоких эстетических и функциональных показателей при замещении обширных дефектов твердых тканей зубов. Применение комбинированных конструкций вкладок с последующей фиксацией искусственных коронок из диоксида циркония или дисиликата лития позволяет получить естественную цветопередачу и светопреломление [2–3].

Некоторые авторы в качестве существенного недостатка указывают на недолговечность штифтовых конструкций, имеющих культевую часть, выполненную из композиционных материалов. В случае применения комбинированных микропротезов, изготовленных на основе современных технологий в области проектирования и изготовления компонентов ортопедических конструкций, в частности селективного лазерного спекания металла, а также использование керамических материалов для формирования культевой части, указанные недостатки нивелируются, что обеспечивает высокую степень фиксации конструкции и позволяет получить механически прочные и эстетичные изделия.

Помимо того, известно, что при соблюдении показаний, осуществлении адекватной диагностики, полноценной подготовки и высокой точности изготовления срок службы штифтовых конструкций может достигать 15 и более лет, что безусловно, отвечает требованиям долговечности [1, 4–6, 9, 11].

При детальном анализе недостатков традиционно применяемых цельнолитых штифтово-культевых конструкций нами определены параметры, влияющие на эффективность лечения, в частности:

- устойчивость корня и оставшихся твердых тканей к нагрузкам обеспечивается адекватными диагностическими мероприятиями, строгим соблюдением показаний и требований при подготовке канала корня и опорных площадок;
- эстетические характеристики обусловлены выбором конструкционного материала;
- сохранность корня и высокое качество фиксации конструкции напрямую зависит от точности ее изготовления.

Успехи медицинского материаловедения и развитие современных технологий в ортопедической стоматологии являются основой для создания рациональных ортопедических конструкций, в частности микропротезов, отвечающих всем предъявляемым требованиям. Помимо того, известно, что применение зубосохраняющих технологий обеспечивает сохранение объема костной ткани альвеолярной части челюсти и позволяет использовать несъемные конструкции в виде искусственных коронок в клинических ситуациях с высоким риском развития осложнений при проведении дентальной имплантации.

С учетом всего вышесказанного, актуальной является разработка конструкции и апробация технологии изготовления усовершенствованной комбинированной штифтово-культевой конструкции.

**Цель исследования** — разработать усовершенствованную конструкцию комбинированной штифтово-культевой вкладки, изготовленную с использованием современных цифровых технологий, для повышения эффективности лечения пациентов с обширными дефектами твердых тканей зубов.

## Материал и методы исследования

Основное конструктивное решение заключается в формировании у основания штифта дополнительных элементов, наличие которых направлено на перераспределение функциональных нагрузок, особенно в области устья корня, и повышение степени фиксации конструкции. Моделирование металлических компонентов конструкции производится с помощью автоматизированных программ (например, Exocad или ее аналогов), после чего изготовление осуществляется методом селективного лазерного спекания (СЛС или англ. Selective Laser Melting, SLM) из кобальто-хромового порошка (Riton RXT-01, Китай

или аналога) в принтере (Riton m150, Китай) и спеканием в муфельной печи (Riton RT-1300, Китай). Культевая часть вкладки формируется путем воскового моделирования с последующим прессованием керамики с использованием заготовок (Profi OnPress, Австрия или их аналогов).

### Результаты и их обсуждение

В ходе исследования была разработана конструкция комбинированной штифтово-культевой вкладки, на которую получено положительное решение о выдаче патента на полезную модель № 2024125099/14(055665) от 28.08.2024.

Суть технологии изготовления состоит в следующем: после подготовки канала корня, препарирования оставшихся твердых тканей с сохранением феррула, формирования ложа для вкладки и опорной площадки зуба проводится сканирование зубного ряда и создание цифровой модели. После этого получают стандартный оттиск с применением беззольного штифта, введенного в корневой канал. Далее проводится сканирование этого оттиска, после чего изготавливается гипсовая модель согласно стандартному протоколу непрямого метода изготовления штифтово-культевой конструкции.

Процесс моделировки начинается с совмещения цифровой модели челюсти, выполненной врачом-стоматологом-ортопедом в .stl формате с цифровым изображением, полученным зубным техником с помощью лабораторного сканера, также в формате .stl. Совмещение происходит в программном обеспечении для моделирования ортопедических конструкций. Это необходимо для того, чтобы зубной техник смог в точности определить направление подготовленного корневого канала, его длину, необходимый объем, а также обозначить четкие границы подготовленного ложа. Штифт моделируется в цифровом формате с учетом необходимых параметров. Внутрикорневую часть техник изготавливает по полученному объему и длине после совмещения оттисков с необходимым цементным зазором, который задается в программе. Надкорневая часть моделируется с устьевой площадкой для того, чтобы создать опору и дополнительную ретенционную зону для будущей керамической культи, которая изготавливается методом прессования. Для увеличения прочности соединения керамической и металлической частей моделируется ретенционный элемент в форме диска.

Моделирование металлической части заканчивается получением цифровой объемной модели в формате stl. Если металлический штифт был отмоделирован на гипсовой модели с помощью воска, то его можно также отсканировать и перенести в формат stl. Полученный файл отправляется в модуль для селективного лазерного спекания в печи, с последующей выдержкой в азотной среде.

Метод селективного лазерного спекания позволяет получить металлический штифт как часть комбинированной штифтово-культевой вкладки с высокими пара-

метрами точности, от которой зависит стабильная связь с керамической частью (рис. 1).

На втором этапе изготовления происходит обработка металлического штифта и восковое моделирование культевой части вкладки на гипсовой модели. Восковая часть должна быть выполнена правильно, в соответствии с анатомической принадлежностью зуба, и должна входить в подготовленное ложе, опираясь на металлическое основание штифта в устье корневого канала. Это необходимо, чтобы обеспечить устойчивость к воздействию высоких функциональных нагрузок. Далее происходит подбор керамической заготовки для прессования, которая должна обладать высоким коэффициентом опакости, чтобы избежать просвечивания металлического каркаса. Замена воска на керамику происходит по известному методу прессования керамики.

Производство протеза заканчивается оценкой внешнего вида конструкции и припасовкой готовой комбинированной штифтово-культевой вкладки на гипсовой модели (рис. 2, 3).

Конструкцию целесообразно фиксировать на стеклоиномерный цемент, поскольку он имеет высокую адгезию к металлическим сплавам и твердым тканям зуба. На период изготовления постоянной конструкции комбинированную штифтово-культевую вкладку необходимо закрыть временной коронкой



Рис. 1. Металлический штифт, произведенный методом селективного лазерного спекания  
Fig. 1. Metal pin produced by selective laser sintering

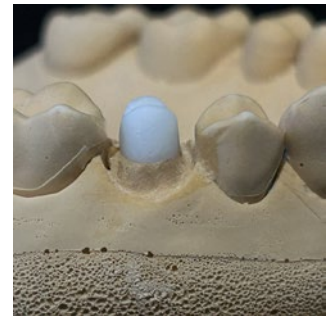


Рис. 2. Припасованная комбинированная штифтово-культевая вкладка на гипсовой модели  
Fig. 2. A packed combination pin-stump lay on a plaster model



Рис. 3. Комбинированная штифтово-культевая вкладка  
Fig. 3. Combined pin-stump lay

из самополимеризующегося композита, что сохранит в целостности керамическую часть конструкции. Для воссоздания высокой эстетики постоянная конструкция изготавливается из безметалловых материалов, например, дисиликата лития или диоксида циркония. Перед фиксацией керамическую часть нужно подвергнуть протравливанию, с последующим нанесением адгезивных систем, что увеличит надежность фиксации постоянной керамической реставрации.

**Выводы:** разработанная конструкция комбинированной штифтово-культевой вкладки обладает рядом преимуществ:

- применение программного обеспечения для объемного моделирования повышает точность изготовления данной зубопротезной конструкции;
- формирование дополнительного ретенционного элемента в устье канала увеличивает качество фиксации и способствует перераспределению функциональных нагрузок;
- селективное лазерное спекание дает возможность получить высокие прочностные характеристики;
- использование керамического материала для формирования культи положительно влияет на эстетические параметры на конечном этапе протезирования.

### Литература/References

1. Григорян М.М. Применение штифтово-культевых вкладок при восстановлении разрушенных зубов. Научное обозрение. Медицинские науки. 2017;3:18-21. [M.M. Grigoryan. Application pinlay tabs at restoration damaged teeth. Scientific review. Medical sciences. 2017;3:18-21. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28769793>
2. Машко О.А. Эстетические аспекты в ортопедической стоматологии. Научное обозрение. Медицинские науки. 2017;4:54-57. [O.A. Mashko. Aesthetic considerations in prosthetic dentistry. Scientific review. Medical sciences. 2017;4:54-57. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28781651>
3. Разаков Д.Х., Арутюнов Э.И. Сравнительная характеристика применения циркониевых, металлических и комбинированных штифтовых культевых вкладок при лечении передней группы зубов верхней челюсти. Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2019;9(7):305. [D.K. Razakov, E.I. Arutyunov. Comparative characteristics of the use of zirconium, metal and combined pin stump inlays in the treatment of the anterior group of teeth of the upper jaw. Bulletin of medical internet conferences. 2019;9(7):305. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41592856>
4. Степанов В.А., Шемонаев В.И., Буянов Е.А., Грачев Д.В., Пархоменко А.Н., Зубрева И.А. Перспективы изготовления каркасов металлокерамических конструкций зубных протезов методом селективного лазерного спекания. Медико-фармацевтический журнал "Пульс". 2021;23(6):232-239. [V.A. Stepanov, V.I. Shemonaev, E.A. Buyanov, D.V. Grachev, A.N. Parchomenko, I.A. Zubreva. Prospects for manufacturing frames of metal ceramic structures of dental prostheses by the method of selective laser sintering. Medical & pharmaceutical journal "Pulse". 2021;23(6):232-239. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46113098>
5. Сапрыкина Н.А., Сапрыкин А.А., Шаркеев Ю.П., Ибрагимов Е.А., Химич М.А. Формирование сплава системы кобальт-хром-молибден методом селективного лазерного плавления. Системы. Методы. Технологии. 2021;2(50):31-37. [N.A. Saprykina, A.A. Saprykin, Yu. P. Sharkeev, E.A. Ibragimov, M.A. Khimich. Formation of the cobalt-chromium-molybdenum system with the help of selective laser melting. Systems. Methods. Technologies. 2021;2(50):31-37. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=45845878>
6. Сапрыкина Н.А., Сапрыкин А.А., Шаркеев Ю.П., Ибрагимов Е.А., Химич М.А. Влияние режимов селективного лазерного воздействия на пористость образцов из порошков кобальта, хрома и молибдена. Вестник Брянского государственного технического университета. 2021;8(105):22-28. [N.A. Saprykina, A.A. Saprykin, Yu. P. Sharkeev, E.A. Ibragimov, M.A. Khimich. Mode influence of selective laser impact upon porosity of samples of cobalt, chromium and molybdenum powders. Bulletin of bryansk state technical university. 2021;8(105): 22-28. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46466319>
7. Тунева Н.А., Богачева Н.В., Тунева О.Ю. Проблемы дентальной имплантации. Вятский медицинский вестник. 2019;2(62):86-93. [N.A. Tuneva, N.V. Bogacheva, I.O. Tuneva. Problems of dental implantation. Medical newsletter of vyatka. 2019;2(62):86-93. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38213976>
8. Эртугвханов М.З. Совершенствование подходов к моделированию культевых штифтовых вкладок в многокорневых зубах с использованием метода конечных элементов : дис. ... кандидат медицинских наук. Москва, 2023:188. [M.Z. Ertuvkhanov. Improving approaches to modeling stump pin in lays in multi-root teeth using the finite element method : diss. ... candidate of medical sciences. Moscow, 2023:188. (In Russ.)]. <https://www.disserscat.com/content/sovershenstvovanie-podkhodov-k-modelirovaniyu-kul'tevykh-shtiftovykh-vkladok-v-mnogokornevykh>
9. Kessler A., Hickel R., Reymus M. 3D Printing in Dentistry - State of the Art // Operative Dentistry. – 2020;45(1):30-40. <https://doi.org/10.2341/18-229-L>
10. Sailer I., Karasan D., Todorovic A., Ligoutsikou M., Pjetursson B.E. Prosthetic failures in dental implant therapy // Periodontology. – 2020;88(1):130-144. <https://doi.org/10.1111/prd.12416>
11. Spagnuolo G., Sorrentino R. The Role of Digital Devices in Dentistry, Clinical Trends and Scientific Evidences // Journal of clinical medicine. – 2020;9(6):1692. <https://doi.org/10.3390/jcm9061692>