

DOI: 10.37988/1811-153X_2025_1_166

С.С. Елдашев¹,аспирант кафедры ортопедической
стоматологииТ.В. Царева²,к.м.н., доцент кафедры микробиологии,
вирусологии, иммунологииД.О. Быков²,к.м.н., доцент кафедры технологий
протезирования в стоматологииМ.В. Быкова¹,к.м.н., профессор кафедры ортопедической
стоматологииВ.А. Парунов¹,д.м.н., профессор кафедры ортопедической
стоматологии¹ РУДН, 117198, Москва, Россия² Российский университет медицины,
127006, Москва, Россия

Изучение микробной адгезии к поверхности зубных протезов из отечественных стоматологических сплавов на основе палладия

Аннотация. Цель исследования — изучение и сравнение первичной и остаточной адгезии микроорганизмов к поверхности зубных протезов из российских сплавов на основе палладия «Палладент» и «Палладент-УНИ». Были использованы образцы сплавов с керамическим покрытием и без покрытия. В результате исследования получены данные, что образцы из сплава «Палладент-УНИ» с керамическим покрытием продемонстрировали лучший статистически достоверный результат, чем образцы из сплава «Палладент». Установлено, что зона соединения сплавов и керамического покрытия создает дополнительные условия для фиксации микроорганизмов и повышает уровень адгезии некоторых штаммов в 1,25—1,5 раза. Полученные результаты показали низкие индексы первичной адгезии агрессивной микрофлоры к исследуемым сплавам.

Ключевые слова: сплавы палладия, адгезия микроорганизмов, драгоценные сплавы, Палладент, Палладент-УНИ

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Елдашев С.С., Царева Т.В., Быков Д.О., Быкова М.В., Парунов В.А. Изучение микробной адгезии к поверхности зубных протезов из отечественных стоматологических сплавов на основе палладия. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (1): 166—170. DOI: 10.37988/1811-153X_2025_1_166

S.S. Eldashev¹,postgraduate at the Prosthodontics
DepartmentT.V. Tsareva²,PhD in Medical Sciences, associate professor
of the Microbiology, virology, immunology
DepartmentD.O. Bykov²,PhD in Medical Sciences, associate professor
of the Prosthodontics technology DepartmentM.V. Bykova¹,PhD in Medical Sciences, professor
of the Prosthodontics departmentV.A. Parunov¹,Doctor of Science in Medicine, full professor
of the Prosthodontics Department¹ RUDN University,

117198, Moscow, Russia

² Russian University of Medicine,
127006, Moscow, Russia

Investigation of the microbial adhesion to the surface of dentures made of domestic dental alloys based on palladium

Annotation. The aim of the study was to investigate and compare the primary and residual adhesion of microorganisms to the surface of dental prostheses made of Russian palladium-based alloys “Palladent” and “Palladent-UNI”. Samples of ceramic-coated and uncoated alloys were used. As a result of the study, the data were obtained that the ceramic-coated “Palladent-UNI” alloy samples showed a better statistically reliable result than the “Palladent” alloy samples. It was found that the zone of alloys and ceramic coating connection creates additional conditions for microorganisms fixation and increases the level of adhesion of some strains by 1.25—1.5 times. The obtained results showed low indices of primary adhesion of aggressive microbiota to the studied alloys.

Key words: palladium alloys, microorganism adhesion, precious alloys, Palladent, Palladent-UNI

FOR CITATION:

Eldashev S.S., Tsareva T.V., Bykov D.O., Bykova M.V., Parunov V.A. Investigation of the microbial adhesion to the surface of dentures made of domestic dental alloys based on palladium. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (1): 166—170 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2025_1_166

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с государственной программой реализации стратегии развития стоматологического материалообразования в области сплавов благородных металлов,

группой отечественных авторов был разработан сплав для металлокерамических зубных протезов на основе палладия «Палладент-УНИ» (НПК «Суперметалл», Москва; патент № 2481095, действ. с 04.04.2012). Сплав «Палладент-УНИ» (50—52% палладия, 21—24% золота,

20–22% меди и 3–4% олова) был создан на замену сплаву «Палладент», который перестал соответствовать требованиям отечественных и международных стандартов [1, 2]. В 2021 г. сплав стоматологический на основе палладия «Палладент-УНИ» получил регистрационное удостоверение Росздравнадзора (№ РЗН 2021/14810) и был разрешен к применению в клинической практике.

В рамках широкого доклинического исследования образцов из нового палладиевого сплава были изучены физико-механические, токсикологические, технологические и коррозионные свойства. Полученные результаты позволили уточнить клинические показания к его применению и перейти к его внедрению в стоматологическую практику для изготовления несъемных зубных протезов [3]. Результаты стоматологического обследования пациентов, полученные в процессе клинических наблюдений, позволили продемонстрировать высокое качество протезирования, достаточную физико-механическую и противокоррозионную устойчивость данных конструкционных материалов, а также благоприятное влияние протезов из них на гигиену рта [4].

Для изучения биологической безопасности и колонизационной резистентности зубных протезов нами было запланировано сравнительное изучение адгезии микроорганизмов к поверхности зубных протезов из сплавов на основе палладия. Известно, что при выборе материала для зубных протезов очень важно учитывать степень адгезивной способности резидентной микрофлоры полости рта контаминировать поверхность, так как этот процесс является пусковым механизмом последующей колонизации и формирования микробной биопленки со всеми вытекающими последствиями инфекционного порядка [5–8]. При этом количественный и качественный состав микробиоты на поверхности протезов может существенно варьировать в зависимости от состава данного материала, вида и степени его обработки, а также от наличия облицовочных керамических или композитных покрытий [9, 10].

Цель исследования — изучение и сравнение первичной и остаточной адгезии штаммов микроорганизмов к поверхности зубных протезов, изготовленных из российских сплавов на основе палладия «Палладент» и «Палладент-УНИ».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки первичной адгезии исследовали образцы сплавов «Палладент» и «Палладент-УНИ» размером 5×2×1 мм. Их обрабатывали ультрафиолетом бактерицидной лампы в течение 30 минут, а затем хранили в стерильных чашках Петри (рис. 1). Для исследования остаточной адгезии мы изготовили специальные образцы, содержащие фрагмент керамики IPS InLine (Ivoclar Vivadent, Лихтенштейн), моделирующий зону стыка. Керамическое покрытие образцов сплавов «Палладент» и «Палладент-УНИ» провели методом последовательных обжигов, аналогично традиционному нанесению керамической массы при изготовлении металлокерамических коронок в зуботехнической лаборатории в соответствии с инструкцией производителя керамики.

Для изучения первичной адгезии микробов образцы помещали во взвесь суточных культур следующих тест-штаммов:

- 1) грамположительные представители нормобиоты — *Actinomyces viscosus*, *Streptococcus mutans*, *S. sanguis*;
- 2) грамотрицательные представители агрессивных и пародонтопатогенных видов — *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Fusobacterium nucleatum*;
- 3) дрожжевые грибы *Candida albicans*.

Учитывая, что для используемых тест-штаммов необходимы стандартные условия проведения экспериментов по адгезии, готовили взвеси 10^8 КОЕ/мл бактерий и 10^6 КОЕ/мл грибов (мутность 0,5 ед. по Мак-Фарланду). 100 мкл взвеси наносили на поверхность образца с помощью микродозатора. Экспозиция в анаэробной среде — 40 минут при 37°C (для анаэробных и микроаэрофильных бактерий *Actinomyces viscosus*, *Streptococcus mutans*, *Fusobacterium nucleatum*), для аэробных бактерий (*Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*) в обычных условиях при температуре 37°C, для грибов (*Candida albicans*) — при температуре 22–24°C на хромогенной среде Himedia Labs (Индия).

Далее все процедуры осуществляли строго по существующей методике оценки первичной адгезии. Образцы сплавов трижды отмывали в 10 мл стерильного физраствора раствора для удаления всех неприлипших клеток. Затем образцы помещали в специальные емкости, содержащие 1 мл стерильного физраствора, и подвергали обработке в ультразвуковой ванне при 60 кГц в течение 10 мин. Таким образом, жизнеспособные клетки микроорганизмов, вступивших в процесс первичной адгезии с поверхностью исследуемого образца, переводили во взвешенное состояние. Далее из микробной взвеси объемом 100 мкл проводили посев на 5%-ный кровяной гемин-агар Columbia и распределяли микробные клетки по поверхности питательной среды стерильной платиновой петлей для получения изолированных колоний. Посевы помещали в анаэробный инкубатор при 37°C в анаэробных условиях (для анаэробных и микроаэрофильных бактерий) или в обычных условиях при 37°C (для аэробных бактерий) и при температуре 22–24°C для дрожжевых грибов рода *Candida*.

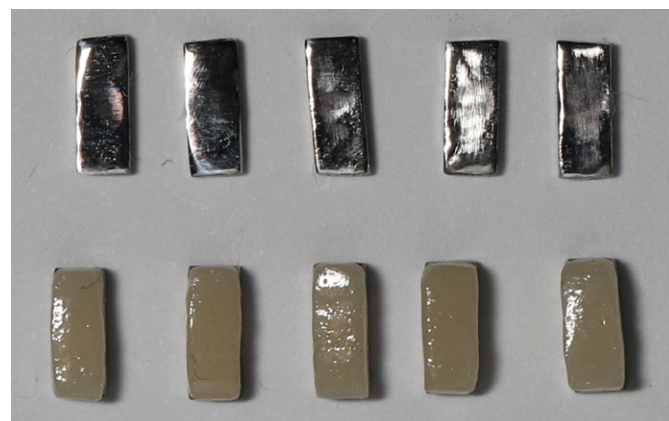


Рис. 1. Образцы сплавов «Палладент-УНИ» (верхний ряд), «Палладент-УНИ» с керамикой (нижний ряд)

Fig. 1. Samples of alloys "Palladent-UNI" (upper row), "Palladent-UNI" with ceramics (lower row)

Рост изолированных колоний из отдельных жизнеспособных клеток оценивали с использованием исследовательского стереомикроскопа, что позволило определить их количество. Затем рассчитывали индекс адгезии I_a по В.Н. Цареву и соавт. [10]:

$$I_a = \lg A / \lg N,$$

где A — число прилипших бактерий, N — количество бактерий в исходной взвеси, наносимой на стандартный образец.

Для оценки степени прикрепления микроорганизмов в зоне соединения между сплавом и керамикой вычисляли индекс остаточной адгезии. При этом образец не погружали во взвесь микроорганизмов, а наносили взвесь заданной концентрации на поверхность стандартного образца исследуемого материала с керамическим фрагментом 50% от площади образца с помощью микропипетки. Промывания также завершали путем обработки образца ультразвуком (10 мин) в 10 мл стерильного изотонического раствора. После ультразвуковой обработки образцы с оставшимися на их поверхности жизнеспособными микроорганизмами накладывали на поверхность питательной среды той стороной, на которую была нанесена взвесь микроорганизмов и слегка прижимали пинцетом для получения отпечатка. Процедуру повторяли 5 раз для получения отпечатков жизнеспособных клеток, оставшихся в зоне стыка.

В нашей модификации дальнейшего механического распределения микробных клеток по поверхности питательной среды с помощью бактериальной петли не проводили. Результаты учитывали также с помощью стереомикроскопа.

Полученный результат, как и в случае выполнения предыдущей методики, выражали через десятичный логарифм числа колониеобразующих единиц, но рассчитывали КОЕ на один отпечаток образца [11]. Индекс остаточной адгезии I_{ao} рассчитывали по формуле:

$$I_{ao} = \lg A / \lg N,$$

где A — число прилипших бактерий, N — количество бактерий в 100 мкл взвеси.

При статистической обработке результатов применяли методы вариационной статистики для малой выборки. Достоверность различий вычисляли с помощью критерия Манна—Уитни при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выявлены некоторые различия в показателях адгезии представителей грамположительной нормобиоты. Так, индексы адгезии *S. mutans* и *S. sanguis* (0,18 и 0,21) к сплаву «Палладент-УНИ» были достоверно выше по сравнению с индексом адгезии *A. viscosus* (0,11). К сплаву «Палладент» — 0,22 и 0,25 для стрептококков и 0,13 — для актиномицетов соответственно. Тем не менее достоверной разницы между показателями адгезии на образцах сравниваемых сплавов не выявлено (табл. 1).

При исследовании комбинации с керамикой отмечалось некоторое увеличение уровня первичной адгезии (в среднем не более чем на 25–30%). Значения индексов адгезии в этих случаях находились в пределах от 0,13 до 0,28 для образцов сплавов и статистически достоверно выше — от 0,33 до 0,48 для образцов сплавов с керамическим покрытием.

Так для *S. mutans* и *S. sanguis* значения индексов адгезии при использовании сплава «Палладент» с керамикой составили 0,37 и 0,48 соответственно, что было примерно в 2,5 раза выше, чем для сплава «Палладент» без керамики, и на 15–20% выше, чем для сплава «Палладент-УНИ» с керамикой. В то же время для тест-штамма актиномицетов достоверных различий между сплавами «Палладент-УНИ» и «Палладент», как с керамическими включениями, так и без таковых, не выявлено ($p > 0,05$).

Следовательно, при нанесении керамического покрытия на образцы индексы адгезии стрептококков достоверно увеличивались, причем более значимо при сочетании сплава «Палладент» с керамическим покрытием.

Для представителей агрессивной и пародонтопатогенной микрофлоры выявленные тенденции в динамике показателей адгезии были аналогичными, однако уровни адгезии большинства представителей данной

группы видов были статистически достоверно ниже по сравнению с представителями нормобиоты (табл. 2).

Так, адгезия *E. faecalis* и *S. aureus* была крайне низкой (0,10–0,08) причем как при использовании сплава «Палладент-УНИ», так и «Палладент». Адгезия пародонтопатогенного вида анаэробной группы *F. nucleatum* не выявлена вообще. Напротив, индекс адгезии штамма дрожжевых грибов *C. albicans* был статистически достоверно выше и составлял 0,20 для обоих сплавов. Следовательно, различий в адгезии данных тест-штаммов между сплавами без включения керамики не выявлено ($p > 0,05$).

Таблица 1. Индекс адгезии тест-штаммов грамположительной нормобиоты

Table 1. Adhesion indices of of gram-positive normobiota test strains

Микроорганизм	Поверхность металла			Стык с керамическим покрытием		
	«Палладент-УНИ»	«Палладент»	p	«Палладент-УНИ»	«Палладент»	p
<i>A. viscosus</i>	0,11±0,04	0,13±0,03	>0,05	0,23±0,03	0,26±0,03	<0,025
<i>S. sanguis</i>	0,18±0,04	0,22±0,03	>0,05	0,29±0,03	0,37±0,04	<0,025
<i>S. mutans</i>	0,21±0,03	0,25±0,04	>0,05	0,32±0,04	0,48±0,04	<0,025

Таблица 2. Индексы адгезии тест-штаммов агрессивной микробиоты

Table 2. Adhesion indices of aggressive microbiota test strains

Микроорганизм	Поверхность металла			Стык с керамическим покрытием		
	«Палладент-УНИ»	«Палладент»	p	«Палладент-УНИ»	«Палладент»	p
<i>E. faecalis</i>	0,10±0,03	0,08±0,02	>0,05	0,21±0,03	0,12±0,03	<0,025
<i>S. aureus</i>	0,09±0,02	0,08±0,03	>0,05	0,17±0,04	0,13±0,03	<0,025
<i>F. nucleatum</i>	0	0	—	0	0	—
<i>C. albicans</i>	0,20±0,02	0,20±0,02	>0,05	0,41±0,04	0,32±0,04	<0,025

При нанесении керамического покрытия на образцы сплавов индексы адгезии достоверно увеличивались в 1,5–2 раза ($p < 0,025$). Отличия между комбинацией сплавов с керамикой были статистически достоверны — максимальный уровень адгезии получен для *E. faecalis* (0,21) и *C. albicans* (0,41) при использовании сплава «Палладент». Статистически более низкий уровень адгезии отмечен для сплава «Палладент-УНИ» с включением керамики — 0,12–0,13 — для кокков (рис. 2) и 0,32 — для грибов *Candida* (рис. 3). Адгезия пародонтопатогенного вида анаэробной группы — *F. nucleatum* к сплавам с включением керамики (как и без таковой) не выявлена. Следовательно, сплав «Палладент-УНИ» с включением керамики продемонстрировал несколько лучший статистически достоверный результат, чем сплав «Палладент».

Принципиальное значение имеет вопрос о том, за счет чего осуществляется увеличение микробной обсемененности образцов при комбинации сплавов и керамики при создании ортопедических конструкций в полости рта у пациентов. Это может быть связано со свойствами самой керамики либо с особенностями структуры материалов в области стыка (соединения между керамикой и сплавом). Для изучения адгезии в этом случае использовали специально предложенную В.Н. Царевым (2013) модификацию методики — оценку остаточной адгезии. При этом установлено увеличение индекса остаточной адгезии I_{oa} по сравнению с I_a не более чем на 20% (в диапазоне значений I_{oa} от 0,10 до 0,25 для тест-штаммов бактерий и от 0,20 до 0,46 для грибов). При этом достоверных различий между комбинациями материалов в исследуемых образцах не выявлено ($p > 0,05$). Как показали проведенные исследования по изучению остаточной адгезии, прирост индекса адгезии в случае включения керамического участка объясняется скоплением микробных клеток в области стыка (соединения) между сплавом и керамикой.

Таким образом, зона соединения между сплавом и керамическим фрагментом создает дополнительные условия для фиксации микроорганизмов и повышает уровень адгезии некоторых штаммов в 1,25–1,5 раза. Вместе с тем подобная комбинация, как и исходный сплав, отличается весьма низким уровнем адгезии микроорганизмов по сравнению с другими описанными материалами (композиты, полимеры, особенно пластмассы), что позволяет обосновать перспективы применения данного сплава в практической стоматологии и поставить вопрос о значении оценки клинической эффективности его использования по сравнению с другими материалами с современных микробиологических позиций [11, 12].

В целом полученные результаты показывают, что исследуемые сплавы характеризуются низкими индексами первичной адгезии агрессивной микробиоты, а это принципиально отличает наши результаты от данных других исследователей, полученных, например, с полимерами и композитами [6, 7, 10, 12].

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного исследования установлены преимущественно низкие уровни индексов адгезии к исследуемым образцам сплавов палладия, причем достоверной разницы между показателями адгезии на образцах сравниваемых сплавов не выявлено.
2. Сплав «Палладент-УНИ» с керамическим покрытием показал статистически достоверно несколько лучшие результаты при оценке адгезии как агрессивных бактерий, так и грибов *Candida*. Для анаэробных бактерий *Fusobacterium nucleatum* отмечено практически полное отсутствие адгезии к образцам исследуемых сплавов.
3. Особое внимание при оценке адгезии микроорганизмов необходимо уделять зоне стыка керамики и металлического сплава, так как в этом локусе создаются технические предпосылки для прикрепления и последующей колонизации микроорганизмов.

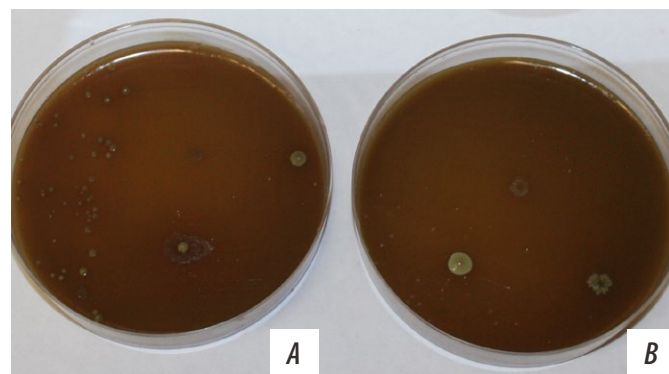


Рис. 2. Исследования адгезии тест-штамма *S. sanguis* при посеве на 5%-ный кровяной гемин-агар, соответствующие индексу адгезии сплава «Палладент-УНИ» с керамикой — 0,37 (А) и индексу адгезии сплава «Палладент-УНИ» без керамики — 0,29 (В)

Fig. 2. Studies of the adhesion of the *S. sanguis* test strain when seeded with 5% blood gemin agar, corresponding to the adhesion index of the Palladent UNI alloy with ceramics — 0.37 (A) and the adhesion index of the Palladent UNI alloy without ceramics — 0.29 (B)

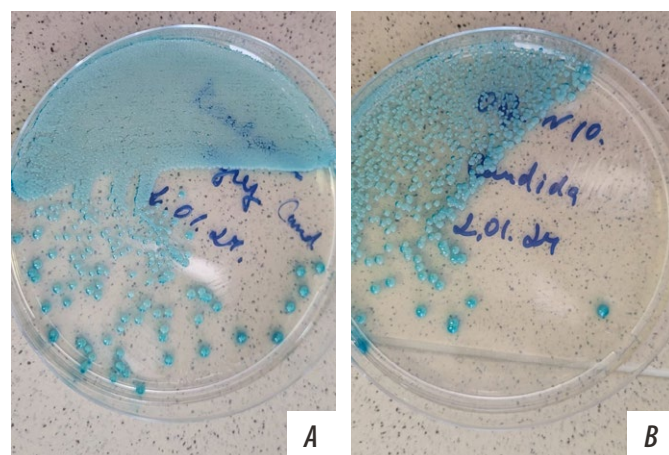


Рис. 3. Исследования адгезии тест-штамма *C. albicans* при посеве на хромогенный агар, соответствующие индексу адгезии сплава «Палладент-УНИ» с керамикой — 0,41 (А) и индексу адгезии сплава «Палладент-УНИ» без керамики — 0,32 (В)

Fig. 3. Studies of the adhesion of the *C. albicans* test strain when seeded with chromogenic agar, corresponding to the adhesion index of the Palladent UNI alloy with ceramics — 0.41 (A) and the adhesion index of the Palladent UNI alloy without ceramics — 0.32 (B)

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 10.10.2024 **Принята в печать:** 09.02.2025

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 10.11.2024

Accepted: 09.02.2025

ЛИТЕРАТУРА

1. Парунов В.А. Стратегия развития отечественного стоматологического материаловедения в области сплавов благородных металлов. Часть 3. Сплавы на основе палладия для металлокерамических зубных протезов клинические исследования. — *Российский стоматологический журнал*. — 2016; 5: 245—247. [eLibrary ID: 27379979](#)
2. Парунов В.А., Карева М.А., Тыкочинский Д.С., Лебеденко И.Ю. Разработка нового металлокерамического сплава на основе палладия в рамках практической реализации концепции развития отечественного стоматологического материаловедения. — *Российский стоматологический журнал*. — 2017; 3: 126—128. [eLibrary ID: 29460142](#)
3. Парунов В.А., Козлов О.В., Козлов В.А. Исследование физико-механических свойств нового сплава на основе палладия для несъемных зубных протезов «Палладент УНИ». — *Российский стоматологический журнал*. — 2014; 2: 11—13. [eLibrary ID: 21581418](#)
4. Козлов В.А., Парунов В.А., Козлов О.В., Степанова Г.С. Изучение влияния формовочных масс на литейные свойства палладиевого сплава «Палладент-УНИ». — *Российский стоматологический журнал*. — 2014; 6: 15—20. [eLibrary ID: 22801188](#)
5. Tu Y., et al. Interaction between microorganisms and dental material surfaces: general concepts and research progress. — *J Oral Microbiol*. — 2023; 15 (1): 2196897. [PMID: 37035450](#)
6. Arutyunov S., Kirakosyan L., Dubova L., Kharakh Y., Malginov N., Akhmedov G., Tsarev V. Microbial adhesion to dental polymers for conventional, computer-aided subtractive and additive manufacturing: A comparative in vitro study. — *J Funct Biomater*. — 2022; 13 (2): 42. [PMID: 35466224](#)
7. Арутюнов А.С., Царева Т.В., Киракосян Л.Г., Левченко И.М. Особенности и значение адгезии бактерий и грибов полости рта как этапа формирования микробной биопленки на стоматологических полимерных материалах. — *Стоматология*. — 2020; 2: 79—84. [eLibrary ID: 42851810](#)
8. Coulthwaite L., Verran J. Potential pathogenic aspects of denture plaque. — *Br J Biomed Sci*. — 2007; 64 (4): 180—9. [PMID: 18236742](#)
9. Vulović S., et al. Evaluation of early bacterial adhesion on CAD/CAM dental materials: an in situ study. — *Odontology*. — 2025; 113 (1): 101—110. [PMID: 38705962](#)
10. Царев В.Н., Степанов А.Г., Ипполитов Е.В., Подпорин М.С., Царева Т.В. Контроль первичной адгезии микроорганизмов и формирования биопленок на стоматологических материалах, используемых для трансдентальной имплантации при зубосохраняющих операциях. — *Клиническая лабораторная диагностика*. — 2018; 9: 568—573. [eLibrary ID: 36510269](#)
11. Царев В.Н. Микробиология, вирусология, иммунология полости рта. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. — С. 333—375.
12. Цимбалистов А.В., Соболева А.В., Царев В.Н., Золотницкий И.В., Дубова Л.В., Мальгинов Н.Н., Добровольский П.В., Чуев В.П., Арутюнов С.Д. Клиническая эффективность съемных зубных протезов из светоотверждаемого базисного материала Нолатек. — *Клиническая стоматология*. — 2020; 2 (94): 121—125. [eLibrary ID: 43125616](#)

REFERENCES

1. Parunov V.A. Strategy of development of the domestic dental material sciences in the field of alloys of noble metals. Part 3. The palladium-based alloys for metalceramic dental prostheses. — *Russian Journal of Dentistry*. — 2016; 5: 245—247 (In Russian). [eLibrary ID: 27379979](#)
2. Parunov V.A., Kareva M.A., Tykochinskiy S.D., Lebedenko I. Yu. The development of a new metal alloy based on palladium within the framework of practical implementation of the concept of development of the domestic dental materials science. — *Russian Journal of Dentistry*. — 2017; 3: 126—128 (In Russian). [eLibrary ID: 29460142](#)
3. Parunov V.A., Kozlov O.V., Kozlov V.A. Study of physico-mechanical properties of a new alloy based on palladium for nonremovable dentures "Palladint UNI". — *Russian Journal of Dentistry*. — 2014; 2: 11—13 (In Russian). [eLibrary ID: 21581418](#)
4. Kozlov V.A., Parunov V.A., Kozlov O.V., Stepanova G.S. Study of the effects of molding masses on the casting properties of palladium alloy "PALLADIUM-UNI". — *Russian Journal of Dentistry*. — 2014; 6: 15—20 (In Russian). [eLibrary ID: 22801188](#)
5. Tu Y., Ren H., He Y., Ying J., Chen Y. Interaction between microorganisms and dental material surfaces: general concepts and research progress. — *J Oral Microbiol*. — 2023; 15 (1): 2196897. [PMID: 37035450](#)
6. Arutyunov S., Kirakosyan L., Dubova L., Kharakh Y., Malginov N., Akhmedov G., Tsarev V. Microbial adhesion to dental polymers for conventional, computer-aided subtractive and additive manufacturing: A comparative in vitro study. — *J Funct Biomater*. — 2022; 13 (2): 42. [PMID: 35466224](#)
7. Arutyunov A.S., Tsareva T.V., Kirakosyan L.G., Levchenko I.M. Features and significance of adhesion of bacteria and fungi of the oral cavity as the initial stage of the formation of a microbial biofilm on dental polymer materials. — *Stomatology*. — 2020; 2: 79—84 (In Russian). [eLibrary ID: 42851810](#)
8. Coulthwaite L., Verran J. Potential pathogenic aspects of denture plaque. — *Br J Biomed Sci*. — 2007; 64 (4): 180—9. [PMID: 18236742](#)
9. Vulović S., Todorović A., Toljić B., Nikolić-Jakoba N., Tovilović T.V., Milić-Lemić A. Evaluation of early bacterial adhesion on CAD/CAM dental materials: an in situ study. — *Odontology*. — 2025; 113 (1): 101—110. [PMID: 38705962](#)
10. Tsarev V.N., Stepanov A.G., Ippolitov E.V., Podporin M.S., Tsareva T.V. Control of primary adhesion of microorganisms and formation of biofilms on stomatological materials used for transdental implantation in dental stabilizing operations. — *Russian Clinical Laboratory Diagnostics*. — 2018; 9: 568—573 (In Russian). [eLibrary ID: 36510269](#)
11. Tsarev V.N. Microbiology, virology, immunology of oral cavity. — Moscow: GEOTAR-Media, 2019. — Pp. 333—375 (In Russian).
12. Tsimbalistov A.V., Soboleva A.V., Tsarev V.N., Zolotnitsky I.V., Dubova L.V., Malginov N.N., Dobrovolsky P.V., Chuev V.P., Arutyunov S.D. Clinical efficacy of removable dentures made of Nolatic photopolymeric base substance. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2020; 2 (94): 121—125 (In Russian). [eLibrary ID: 43125616](#)