

*А.С. Вальнов, Н.В. Чиркова, Е.В. Кравчук,
А.Н. Морозов, Н.Г. Деревнина*

Сравнительный анализ и перспективы совершенствования свойств цинк-фосфатных цементов

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России

Резюме. Самое частое из осложнений, отмечаемых при ортопедическом лечении пациентов несъемными конструкциями зубных протезов - это нарушение фиксации. Врач-стоматолог ортопедического профиля предъявляет к фиксирующим цементам высокие требования, и большинство отказываются от цинк-фосфатных цементов, отдавая предпочтение материалам другого класса. Цинк-фосфатные цементы – это одни из первых представителей фиксирующих материалов в истории зубного протезирования и рецептура их, соответственно, претерпевает постоянную модернизацию. После введения определенных модификаций, как следствие, улучшаются и свойства. Изучены физико-механические свойства цинк-фосфатных цементов применяемых сегодня в качестве фиксирующих материалов для несъемных конструкций зубных протезов в сравнительном аспекте. Важность проведенных нами исследований, диктуется первостепенной важностью изучаемых свойств. В работе были применены материалы отечественного производства - «НеоДент» ООО «Целит» г. Воронеж, «ВИСЦИН» ООО «Радуга-Р» г. Воронеж и зарубежный представитель цинк-фосфатный цемент «Adhedor» SpofaDental, Чехия. Методы исследования включали в себя измерение прочности на сжатие, толщины цементной пленки и определение чистого времени твердения.

Ключевые слова: несъемные конструкции, зубные протезы, цинк-фосфатные цементы, физико-механические свойства, фиксация несъемных конструкций.

Актуальность. Сегодня, в ортопедической стоматологии, применяется множество различных материалов, применяемых для фиксации несъемных протезов, замещающих дефекты зубочелюстной системы. В их числе и цинк-фосфатные цементы, относящиеся к группе минеральных фиксирующих материалов. Однако, данный класс цементов стали применять значительно реже, ссылаясь на их низкие показатели физико-механических свойств, да и выбор между аналогами, довольно велик. Данная статья посвящена сравнительной характеристике физико-механических свойств некоторых, конкурирующих между собой цементов одной группы.

По данным проведенных исследований, отраженных в литературе видно, что в первые 3 года пользования несъемными протезами, процент пациентов обратившихся по поводу осложнений, достаточно велик и составляет около 25%. Фиксирующие материалы должны обладать неизменностью объема на протяжении всего времени пользования, высокой совместимостью с тканями зуба и различными материалами конструкций зубных протезов, отсутствием раздражающего действия на пульпу и ткани, окружающие зуб, низкой растворимостью в ротовой полости. Цинк-фосфатные цементы со стандартной рецептурой имеют неудовлетворительные для врача показатели по вышеуказанным параметрам, поэтому нуждаются в её доработке. При выборе фиксирующего материала, важен комплекс свойств, в которые входят и физико-механические. Цинк-фосфатные цементы являются довольно перспективными и при модифицировании их, можно получить высокотехнологичный, подходящий по всем требованиям и сравнительно не дорогой материал. С учетом геополитической

обстановки в мире, множество зарубежных компаний покинуло рынок России и отечественные материалы стали более востребованными.

Материал и методы исследования. Для проведения сравнительной характеристики физико-механических свойств цинк-фосфатных цементов, были взяты образцы: «НеоДент» ООО «Целит», «ВИСЦИН» ООО «Радуга Р», «Adhesor» «SprofaDental», Чехия. В качестве средств исследования, были взяты основные методы определения свойств фиксирующих материалов, такие как: прочность на сжатие, толщина цементной пленки, определение чистого времени твердения.

Прочность на сжатие. Данный метод позволяет определить прочность материала. Исходя из ГОСТа 31578-2012, были изготовлены образцы в виде цилиндров, для этого использовались специальные формы с зажимами, которые выдерживались предварительно в термостате при температуре $(23\pm 1)^\circ\text{C}$.

Всего готовилось 5 образцов по каждому представителю. После кристаллизации в течение 24 часов в условии термостата провели испытания на разрывной машине ИР5040, применяя скорость сжатия в 1мм/мин. После проведенных испытаний на образцах, фиксировалось среднее значение, при котором произошло разрушение.

Толщина цементной пленки. К материалам, которые используют для фиксации несъемных конструкций, предъявляют установленные требования, относящиеся к толщине пленки в кристаллизованном состоянии. Для проведения данного испытания использовали две стеклянные пластины. Они имели одинаковые размеры и точно измеренную толщину. На одну из них было нанесено 0,5см³ приготовленного цемента, после чего каждый образец накрывали вторым стеклом и, при помощи методики описанной в ГОСТе 31578-2012, с использованием нагружающего устройства была определена толщина пленки в пяти испытаниях для каждого представителя. Образцы подвергались нагрузке с силой 150Н.

Определение чистого времени твердения. Данный метод позволяет оценить время, требуемое для полной кристаллизации цемента. Измерение проводилось с помощью индентора с цилиндрической иглой с плоским концом весом 400 г. По истечению 90 секунд после приготовления образцов фиксирующих материалов, опускали иглу индентора вертикально на поверхность каждого образца, оставляя ее на 5 секунд. Данное испытание проделывали каждые 30 сек, пока на них перестали появляться следы иглы.

Полученные результаты и их обсуждение. При проведении исследований прочности на сжатие десяти образцов каждого представителя цинк-фосфатного цемента для фиксации несъемных конструкций зубных протезов, были получены результаты, подвергнутые статистической обработке (таблица 1).

Таким образом, для цинк-фосфатного цемента, модифицированного керамикой на основе силиката циркония и магния «НеоДент» средняя сила, потребовавшаяся для разрушения образцов, составила 101,5 [97; 113] Мпа, для материала «ВИСЦИН» - 87,5 [84; 92] Мпа, а для разрушения зарубежного цинк-фосфатного цемента для фиксации

«Adhesor» - 98,3 [91; 108] Мпа. Примечательно, что минимально допустимым для цинк-фосфатных цементов, по данному критерию, является показатель в 70 Мпа.

Таблица 1 - Результаты испытаний прочности на сжатие, Мпа.

№ исследования	«НеоДент»	«ВИСЦИН»	«Adhesor»
1	126	92	99
2	98	85	91
3	102	96	96
4	97	81	101
5	106	90	88
6	89	86	79
7	113	101	112
8	84	86	115
9	102	84	108
10	119	75	95
Me [lq; uq]	101, 5 [97; 113]	87,5 [84; 92]	98,3 [91; 108]

Примечание: Me – медиана; lq – нижний квартиль; uq – верхний квартиль

Во время определения толщины цементной пленки, получили среднее значение для каждого представителя применяемого для фиксации несъемных конструкций зубных протезов (Таблица 2).

Таблица 2 - Анализ результатов измерения толщины цементной плёнки изучаемых цинк-фосфатных цементов, мкм

№ исследования	«НеоДент»	«ВИСЦИН»	«Adhesor»
1	21	36	25
2	22	33	22
3	21	35	21
4	25	33	26
5	23	34	28
6	22	36	25
7	26	38	23
8	21	36	23
9	22	34	25
10	22	36	25
Me [lq; uq]	22 [21; 23]	35,5 [34; 36]	25 [23; 25]

Примечание: Me – медиана; lq – нижний квартиль; uq – верхний квартиль

По материалу «НеоДент» было получено значение равное 22 [21; 23] мкм, результат цемента «ВИСЦИН» - 35,5 [34; 36] мкм, а цинк-фосфатного цемента «Adhesor» - 25 [23; 25] мкм. ГОСТ определяет этот параметр у цинк-фосфатных цементов, не более 25 мкм.

В следующем методе при определении чистого времени твердения, которое требуется для полной кристаллизации цемента, были получены результаты (табл. 3).

Таблица 3 - Время твердения (сек.)

№ исследования	«НеоДент»	«ВИСЦИН»	«Adhesor»
1	330	420	330
2	360	390	360
3	360	360	360
4	330	360	330
5	390	420	390
6	330	330	330
7	360	360	360
8	390	360	300
9	330	390	330
10	330	420	330
Me[lq; uq]	345 [330; 360]	375 [360; 420]	330 [330; 360]

Примечание: Me – медиана; lq – нижний квартиль; uq – верхний квартиль

Полученные медианные данные указывают, что исследуемые образцы цинк-фосфатного цемента «НеоДент» имеют время твердения 345 [330; 360] сек., цинк-фосфатный цемент «ВИСЦИН» - 375 [360; 420] сек., а импортный «Adhesor» имеет время твердения 330 [330; 360] сек.

Таким образом, все представители выборки соответствуют предъявляемым требованиям, которые находятся в пределах значений от 2,5 до 8 минут.

Выводы. В связи с тем, что к материалам для фиксации несъемных конструкций зубных протезов предъявляют все больше требований, необходима доработка рецептуры. При проведении исследований были получены для каждого исследуемого цинк-фосфатного цемента, предназначенного для фиксации несъемных конструкций зубных протезов.

Из взятых образцов, наиболее прочным проявил себя цинк-фосфатный цемент «НеоДент» фирмы ООО «Целит», так же показав лучший результат в исследовании толщины цементной пленки, тогда как у цинк-фосфатного цемента Adhesor показания данного критерия на границе нормы, а у цинк-фосфатного цемента «ВИСЦИН» превышает допустимые значения. Время чистого твердения цементов всей выборки соответствует допустимым границам, что делает эти цементы удобными для работы в ортопедической практике.

Литература.

1. Абакаров, С. И. Основы технологии зубного протезирования : учебник : в 2 томах. Том 1 / С. И. Абакаров ; под редакцией Э. С. Каливрадджияна. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 576 с. – ISBN 978-5-9704-3609-7.
2. Гордеева, Т. А. Оценка эффективности применения модифицированного цинк-фосфатного цемента в клинике ортопедической стоматологии / Т. А. Гордеева, М. А. Крючков // Молодой ученый. – 2015. – № 5 (85). – С. 78-81.

3. Зобачев, Н. И. Клинико-лабораторное исследование нового композитного цемента двойного отверждения для фиксации несъемных ортопедических конструкций : специальность 14.01.07 «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Зобачев Никита Игоревич ; Тверской государственной медицинский университет. – Тверь, 2023. – 111 с.
4. Крючков, М. А. Клинико-экспериментальное исследование цинк-фосфатного цемента, модифицированного наноразмерными частицами кремния, для фиксации несъемных конструкций зубных протезов : специальность 14.01.14 «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Крючков Михаил Анатольевич ; Воронежская государственная медицинская академия. – Воронеж, 2011. – 118 с.
5. Ортопедическая стоматология : национальное руководство : в 2 томах. Том 2 / под редакцией И. Ю. Лебедеко, С. Д. Арутюнова, А. Н. Ряховского. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 416 с. – ISBN 978-5-9704-6367-3.
6. Робакидзе, Н. С. Современные концепции адгезивной стоматологии / Н. С. Робакидзе, Е. Д. Жидких, А. Г. Зайцева // Институт стоматологии. – 2021. – № 3(92). – С. 76-79.
7. Цинк-фосфатные цементы – новые возможности фиксации в современной стоматологии. Физико-механические характеристики / А. А. Романенко, А. А. Бузов, Л. В. Половнева, В. П. Чуев // Клиническая стоматология. – 2019. – № 3 (91). – С. 10-15.
8. Cement selection criteria for different types of intracanal posts / S. Ghodsi, M. M. Aghamohseni, S. Arzani [et al.] // Dental Research Journal. – 2022. – № 19. – P. 51.

Abstract.

A.S. Valynov, N.V. Chirkova, E.V. Kravchuk, A.N. Morozov, N.G. Derevnina

COMPARATIVE ANALYSIS AND PROSPECTS FOR IMPROVING THE PROPERTIES OF ZINC-PHOSPHATE CEMENTS

Voronezh State Medical University

The most common manifestation of a complication in the treatment of patients with fixed denture structures is a violation of fixation. An orthopedic dentist places high demands on fixing cements and most refuse zinc-phosphate cements, preferring materials of a different class. Zinc-phosphate cements are one of the first representatives of fixing materials in the history of dental prosthetics and their formulation, accordingly, is undergoing constant modernization. After the introduction of certain modifications, as a result, the properties are improved. The physicomaterial properties of zinc-phosphate cements used today as fixing materials for fixed structures of dentures in a comparative aspect have been studied. The importance of our research is dictated by the paramount importance of the studied properties. The materials of domestic production were used in the work - "NeoDent" LLC "Celit" Voronezh, "VISCIN" LLC "Raduga-R" Voronezh and a foreign representative of zinc-phosphate cement "Adhedor" SpofaDental, Czech Republic. The research methods included the measurement of compressive strength, the thickness of the cement film and the determination of the net hardening time.

Keywords: fixed structures, dentures, zinc-phosphate cements, physical and mechanical properties, fixation of fixed structures.

References. 1. Abakarov, S. I. Fundamentals of dental prosthetics technology : textbook : in 2 volumes. Volume 1 / S. I. Abakarov; edited by E. S. Kalivrajian. – Moscow : GEOTAR-Media, 2016. - 576 p. – ISBN 978-5-9704-3609-7.

2. Gordeeva, T. A. Evaluation of the effectiveness of the use of modified zinc-phosphate cement in the clinic of orthopedic dentistry / T. A. Gordeeva, M. A. Kryuchkov // Young scientist. – 2015. – № 5 (85). – Pp. 78-81.

3. Zobachev, N. I. Clinical and laboratory research of a new double-curing composite cement for fixing fixed orthopedic structures : specialty 14.01.07 "Dentistry" : dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences / Nikita I. Zobachev ; Tver State Med.University. – Tver, 2023. – 111 p.

4. Kryuchkov, M. A. Clinical and experimental study of zinc-phosphate cement modified with nanoscale silicon particles for fixing fixed structures of dentures : specialty 14.01.14 "Dentistry" : dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences / Kryuchkov Mikhail Anatolyevich ; Voronezh State Medical Academy. – Voronezh, 2011. – 118 p.

5. Orthopedic Dentistry : National guidelines : in 2 volumes. Volume 2 / edited by I. Y. Lebedenko,

S. D. Arutyunov, A. N. Ryakhovsky. – 2nd ed., reprint. and additional – Moscow: GEOTAR-Media, 2022. – 416 p. – ISBN 978-5-9704-6367-3.

6. Robakidze, N. S. Modern concepts of adhesive dentistry / N. S. Robakidze, E. D. Zhidkikh, A. G. Zaitseva // Institute of Dentistry. – 2021. – № 3(92). – Pp. 76-79.

7. Zinc-phosphate cements – new possibilities of fixation in modern dentistry. Physico-mechanical characteristics / A. A. Romanenko, A. A. Buzov, L. V. Polovneva, V. P. Chuev // Clinical dentistry. – 2019. – № 3 (91). – Pp. 10-15.

Сведения об авторах: Вальнов Антон Сергеевич – преподаватель кафедры пропедевтической стоматологии ФГБОУ ВО ВГМУ им.Н.Н. Бурденко Минздрава России, a.s.valynov@yandex.ru; Чиркова Наталия Владимировна – д. м. н., профессор каф. пропедевтической стоматологии ФГБОУ ВО ВГМУ им.Н.Н. Бурденко Минздрава России, chirkovanv2021@gmail.com; Кравчук Елена Владимировна – к. м. н., ассистент кафедры управления в здравоохранении ФГБОУ ВО ВГМУ им.Н.Н. Бурденко Минздрава России, 13121@mail.ru; Морозов Алексей Николаевич – д. м. н., доцент, заведующий кафедрой пропедевтической стоматологии ФГБОУ ВО ВГМУ им.Н.Н. Бурденко Минздрава России, anmorozov@vrngmu.ru; Деревнина Наталия Геннадьевна – преподаватель кафедры пропедевтической стоматологии ФГБОУ ВО ВГМУ им.Н.Н. Бурденко Минздрава России, derevnina.natalia@mail.ru.