

March 2024

STRENGTH PROPERTIES OF NEW GLASS IONOMER CEMENTS

Tatyana NAM

Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan, taty.nam22@gmail.com

Mastura ARIPOVA

Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan, aripova1957@yandex.ru

Follow this and additional works at: <https://cce.researchcommons.org/journal>

Recommended Citation

NAM, Tatyana and ARIPOVA, Mastura (2024) "STRENGTH PROPERTIES OF NEW GLASS IONOMER CEMENTS," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2022: No. 4, Article 13.

DOI: 10.34920/cce202242

Available at: <https://cce.researchcommons.org/journal/vol2022/iss4/13>

This Article is brought to you for free and open access by Chemistry and Chemical Engineering. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of Chemistry and Chemical Engineering. For more information, please contact zuchra_kadirova@yahoo.com.

STRENGTH PROPERTIES OF NEW GLASS IONOMER CEMENTS

Tatyana NAM (taty.nam22@gmail.com),
Mastura ARIPOVA (aripova1957@yandex.com)
Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan

The aim of the study is to determine the strength of the developed glass ionomer cements. As a powder of glass ionomer cements, glasses obtained in the $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-CaF}_2$ system were used. The synthesized glasses are ground in a planetary mill to a dimension of less than 1 μm . Polyacrylic acid was used as the liquid. The effect of the powder/liquid ratio and the glass composition on the strength has been established.

Keywords: compressive strength, glasses of the $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-CaF}_2$ system, powder/liquid ratio

ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА НОВЫХ СТЕКЛОИОНОМЕРНЫХ ЦЕМЕНТОВ

Татьяна НАМ (taty.nam22@gmail.com),
Мастура АРИПОВА (aripova1957@yandex.com)
Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан

Целью исследования является определение прочности разработанных стеклоиономерных цементов. В качестве порошка стеклоиономерных цементов использованы стекла, полученные в системе $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-CaF}_2$. Синтезированные стекла измельчены в планетарной мельнице до размерности менее 1 мкм. В качестве жидкости использована полиакриловая кислота. Установлено влияние на прочность соотношения порошок/жидкости и состава стекла.

Ключевые слова: прочность на сжатие, стекла системы $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-CaF}_2$, соотношение порошок/жидкость

YANGI SHISHA IONOMER SEMENTLARNING MUSTAHKAMLIK XUSUSIYATLARI

Tatyana NAM (taty.nam22@gmail.com),
Mastura ARIPOVA (aripova1957@yandex.com)
Toshkent kimyo-technologiya instituti, Toshkent, O'zbekiston

Tadqiqotning maqsadi ishlab chiqilgan shisha ionomer sementlarning mustahkamligini aniqlashdir. Shisha ionomer sementlarning kukuni sifatida $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-CaF}_2$ tizimida olingan shishalar ishlatilgan. Sintez qilingan shishalar planetar tegirmonida 1 mkm dan kichik o'lchamda maydalanadi. Suyuqlik sifatida poliakril kislota ishlatilgan. Kukun/suyuqlik nisbati va shisha tarkibining mustahkamlikka ta'siri aniqlangan.

Kalit so'zlar: bosim kuchi, $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-CaF}_2$ tizimining shishalari, kukun/suyuqlik nisbati

DOI: 10.34920/cce202242

Главной целью стоматологии является сохранение или улучшение качества жизни пациента. Эта цель может быть достигнута путем предотвращения заболеваний, облегчения боли, повышения эффективности жевания, улучшения речи и улучшения внешнего вида. Поскольку многие из этих целей требуют замены или изменение структуры зуба, основные проблемы были разработка и подбор биосовместимых, долговечных реставраций зубов с прямым пломбированием и косвенно обработанные протезные материалы, которые могут выдерживать неблагоприятные условия ротовой полости [1-3].

Стеклоиономерные цементы (СИЦ, стеклоиономеры, полиалкенаатные, стеклополиалкенаатные цементы) – целый класс современных стоматологических материалов, созданных путем объединения свойств силикатных и полиакриловых систем. Стеклоиономерные це-

менты постепенно вытесняют из стоматологической практики цинк-фосфатные и цинк-поликарбонатные цементы. Изобретение стеклоиономерных стоматологических цементов последовало за важными и новаторскими исследованиями твердения и структуры стоматологических силикатов [4-16]. Быстро последовали фундаментальные исследования этих материалов, и вскоре были установлены существенные особенности их затвердевания и созревания. Клиническое использование также было разработано на раннем этапе. Более поздние работы уточнили многие детали нашего понимания этих материалов, но общая картина мало изменилась [17-23].

Очень важное достоинство стеклоиономерных цементов – хорошая химическая адгезия к тканям зуба. Считается, что это происходит вследствие образования хелатных связей между гидроксильными группами поликарбо-

новых кислот и ионами кальция поверхностного гидроксиапатита (аналогично классической химической реакции сшивания при отверждении стеклоиномерных цементов), а также вследствие образования водородных связей карбоксилатных групп с коллагеном (органический компонент зубных тканей).

Среди других достоинств стеклоиномерных цементов – хорошая химическая адгезия к другим пломбирочным материалам (в т.ч. композитам), высокая биологическая совместимость с тканями зуба, близкие к тканям зуба характеристики теплового расширения (что предохраняет от нарушения краевого прилегания пломб), низкий модуль упругости (что позволяет использовать стеклоиномерные цементы в качестве прокладок или базы под реставрацию зубов композитными материалами).

Стеклоиномерные цементы обладают биоактивностью, что связано не только с химической адгезией к структурам зуба, но и с продолжительным фторвыделением и выделением других ионов (алюминия, кальция, стронция; способствуют реминерализации структур зуба при кариозном поражении). Все остальные реставрационные материалы (например, композиты) не являются биоактивными и служат только для восстановления формы и эсте-

тики зуба [24-29].

Стеклоиномерные цементы обладают неоспоримыми преимуществами перед остальными материалами, однако не являются универсальными пломбирочными материалами.

Важной особенностью стеклоиномерных цементов является обширное варьирование свойств материала, достигающееся значительным числом комбинаций стекла в соединении с множественной комбинацией кополимеризующих поликислот. Состав стекол непосредственно влияет на свойства стеклоиномерных цементов [30-33].

Целью исследования является определение прочности разработанных стеклоиномерных цементов, основанных на стеклах, синтезированных в системе $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-CaF}_2$ [34, 35].

Методы исследования

В качестве порошка были использованы стекла, синтезированные в системе $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-CaF}_2$, а в качестве жидкости – полиакриловая кислота. Синтезированные стекла измельчали в планетарной мельнице РМ 100 (Германия) с циркониевыми размольными стаканами и мелющими шарами до размерности менее 1 мкм. Прочность образцов испытывали на двухдиапазонном испытатель-

Прочность на сжатие СИЦ

Индекс составов СИЦ		Соотношение порошок/ жидкость	Прочность на сжатие, МПа	
			1 час	24 часа
СИЦ-1	СИЦ-11	2,5:1	79	183
	СИЦ-12	3:1	84	189
	СИЦ-13	3,5:1	74	178
СИЦ-2	СИЦ-21	2,5:1	75	182
	СИЦ-22	3:1	79	186
	СИЦ-23	3,5:1	71	179
СИЦ-4	СИЦ-41	2,5:1	79	189
	СИЦ-42	3:1	87	193
	СИЦ-43	3,5:1	72	185
СИЦ-6	СИЦ-61	2,5:1	94	192
	СИЦ-62	3:1	98	201
	СИЦ-63	3,5:1	91	187

ном прессе Matest E 161-03 N (Италия).

Результаты и обсуждение

Результаты определения прочности на сжатие стеклоиономерных цементов в зависимости от соотношения порошок/жидкость приведены в таблице.

Как видно из приведенных данных прочность через час находится в пределах 71-98 МПа, через 24 часа в пределах 178-201 МПа. Лучшие показатели прочности фиксируются при соотношении порошок/жидкость равном 3:1 для каждого состава СИЦ. Изменение в сторону увеличения или снижения этого соотношения ухудшает прочностные показатели. Наилучшие результаты получе-

ны для СИЦ-6.

Заключение

Определение прочности на сжатие стеклоиономерных цементов, полученных с применением стекол, синтезированных в системе $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-CaF}_2$ и полиакриловой кислоты, при варьировании состава стекол и соотношения порошок/жидкость показало, что все составы имеют высокую прочность. Для каждого состава величина прочности наибольшая при соотношении порошок/жидкость равном 3:1. Наилучшие результаты получены для СИЦ-6, имеющем прочность через час равную 98 МПа и через 24 часа – 201 МПа.

REFERENCES

1. Phillips R.W. Changing trends of dental restorative materials. *Dental Clinics of North America*, 1989, vol. 33, no. 2, pp. 285-292.
2. Phillips' Science of Dental Materials. E-Book. 12th ed., Saunders. 592 p.
3. Powers J.M., Wataha J.C. *Dental materials: foundations and applications*. 12th ed., St. Louis, Missouri, Elsevier, 2017. 240 p.
4. Berg J.H. *Glass ionomer cements*. *Pediatr. Dent.*, 2002, vol. 24, no. 5, pp. 430-438.
5. Barry T.I., Clinton D.J., Wilson A.D. The structure of a glass ionomer cement and its relationship to the setting process. *J. Dent. Res.*, 1979, vol. 58, pp. 1072-1079. DOI: 10.1177/00220345790580030801
6. Aboush Y.E.Y., Jenkins C.B.G. An evaluation of the bonding of glass-ionomer restoratives to dentine and enamel. *Br. Dent. J.*, 1986, vol. 161, no. 5, pp. 179-184. DOI: 10.1038/sj.bdj.4805923
7. Wilson A.D., McLean J.W. *Glass-ionomer cement*. Chicago, Quintessence Publishing, 1988. 274 p.
8. Brune D., Smith D. Microstructure and strength properties of silicate and glass ionomer cements. *Acta Odontol. Scand.*, 1982, vol. 40, no. 6, pp. 389-396. DOI: 10.3109/00016358209025112
9. Causton B.E. The physic-mechanical consequences of exposing glass ionomer cements to water during setting. *Biomaterials*, 1981, vol. 2, no. 2, pp. 112-115. DOI: 10.1016/0142-9612(81)90008-9
10. Mount G.J. Longevity in glass-ionomer restorations: review of a successful technique. *Quintessence Int.*, 1997, vol. 28, no. 10, pp. 643-650.
11. Crisp S., Wilson A.D. Reactions in glass ionomer cements. I. Decomposition of the powder. *J. Dent. Res.*, 1974, vol. 53, no. 6, pp. 1408-1413. DOI: 10.1177/00220345740530061901
12. Crisp S., Wilson A.D. Reactions in glass ionomer cements. III. The precipitation reaction. *J. Dent. Res.*, 1974, vol. 53, no. 6, pp. 1420-1424. DOI: 10.1177/00220345740530062101
13. Crisp S., Wilson A.D. Reactions in glass ionomer cements. V. Effect of incorporating tartaric acid in the cement liquid. *J. Dent. Res.*, 1976, vol. 55, no. 6, pp. 1023-1031. DOI: 10.1177/00220345760550060401
14. Crisp S., Pringuer M.A., Wardleworth D., Wilson A.D. Reactions in glass ionomer cements. II. An infrared spectroscopic study. *J. Dent. Res.*, 1974, vol. 53, no. 6, pp. 1414-1419. DOI: 10.1177/00220345740530062001
15. Crisp S., Ferner A.J., Lewis B.G., Wilson A.D. Properties of improved glass ionomer cement formulations. *J. Dent.*, 1975, vol. 3, no. 3, pp. 125-130. DOI: 10.1016/0300-5712(75)90063-9
16. Crisp S., Kent B.E., Lewis B.G., Ferner A.J., Wilson A.D. Glass ionomer cement formulations. II. The synthesis of novel polycarboxylic acids. *J. Dent. Res.*, 1980, vol. 59, no. 6, pp. 1055-1063. DOI: 10.1177/00220345800590060801
17. Watson T.F., Atmeh A.R., Sajini S., Cook R.J., Festy F. Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry; biophotonics- based interfacial analyses in health and disease. *Dent. Mater.*, 2014, vol. 30, no. 1, pp. 50-61. DOI: 10.1016/j.dental.2013.08.202
18. Zimehl R., Hannig M. Non metallic restorative materials based on glass ionomer cements – recent trends and developments. *Colloids and Surfaces A Physicochemical and Engineering Aspects*, 2000, vol. 163, no. 1, pp. 55-62. DOI: 10.1016/S0927-7757(99)00430-6
19. Mount G.J., Tyas M.J., Ferracane J.I., Nicholson J.W., Berg J.H., Simonsen R.J., Ngo H.C. A revised classification for direct tooth-colored restorative materials. *Quintessence Int.*, 2009, vol. 40, no. 8, pp. 691-697.
20. Young A.M., Sherpa A., Pearson G., Schottlander B., Waters D.N. Use of Raman spectroscopy in the characterization of the acid-base reaction in glass-ionomer cements. *Biomaterials*, 2000, vol. 21, no. 19, pp. 1971-1979. DOI: 10.1016/S0142-9612(00)00081-8
21. De Barra E., Hill R.G. Influence of glass composition on the properties of glass polyalkenoate cements. *Biomaterials*, 2000, vol. 21, no. 6, pp. 563-569. DOI: 10.1016/S0142-9612(99)00215-X
22. Falsafi A., Mitra S.B., Oxman J.D., Ton T.T., Bui H.T. Mechanisms of setting reactions and interfacial behavior of a nano-filled resin-modified glass ionomer. *Dent. Mater.*, 2014, vol. 30, no. 6, pp. 632-643. DOI: 10.1016/j.dental.2014.02.025
23. Xie D., Brantley W.A., Culbertson B.M., Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass ionomer cements. *Dent. Mater.*, 2000, vol. 16, no. 2, pp. 129-138. DOI: 10.1016/S0109-5641(99)00093-7
24. Chau N.P., Pandit S., Cai J.N., Lee M.H., Jeon J.G. Relationship between fluoride release rate and anti-cariogenic biofilm activity of glass ionomer cements. *Dent. Mater.*, 2015, vol. 31, no. 4, pp. 100-108. DOI: 10.1016/j.dental.2014.12.016
25. Forsten L. Short- and long-term fluoride release from glass ionomers and other fluoride-containing filling materials in vitro. *Scand. J. Dent. Res.*, 1990, vol. 98, no. 2, pp. 179-185. DOI: 10.1111/j.1600-0722.1990.tb00958.x

26. Forsten L. Fluoride release and uptake by glass-ionomers and related materials and its clinical effects. *Biomaterials*, 1998, vol. 19, no. 6, pp. 503–508. DOI: 10.1016/s0142-9612(97)00130-0
27. Hadley P.C., Milella E., Gerardi C., Hill R.G., Billington R.W. Distribution of fluoride in glass ionomer determined using SIMS. *Biomaterials*, 2001, vol. 22, no. 12, pp. 1563–1569. DOI: 10.1016/s0142-9612(00)00316-1
28. Xu X., Burgess J.O. Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride releasing materials. *Biomaterials*, 2003, vol. 24, no. 14, pp. 2451–2461. DOI: 10.1016/s0142-9612(02)00638-5
29. De Caluwé T., Vercrusse C.W., Fraeyman S., Verbeeck R.M. The influence of particle size and fluoride content on aluminosilicate glass on the glass ionomer cement properties. *Dent Mater.*, 2014, vol. 30, no. 9, pp. 1029–1038. DOI: 10.1016/j.dental.2014.06.003
30. Akinmade A.O., Nicholson J.W. Development of glasses for novel polyphosphonate dental cements. *Br. Ceram. T.*, 1994, vol. 93, pp. 85–90.
31. Griffin S.G., Hill R.G. Influence of glass composition on the properties of glass polyalkenoate cements. Part I: Influence of aluminium to silicon ratio. *Biomaterials*, 1999, vol. 20, no. 17, pp. 1579–1586. DOI: 10.1016/s0142-9612(99)00058-7
32. Griffin S.G., Hill R.G. Influence of glass composition on the properties of glass polyalkenoate cements. Part II: influence of phosphate content. *Biomaterials*, 2000, vol. 21, no. 4, pp. 399–403. DOI: 10.1016/s0142-9612(99)00202-1
33. Griffin S.G., Hill R.G. Influence of glass composition on the properties of glass polyalkenoate cements. Part III: influence of fluorine content. *Biomaterials*, 2000, vol. 21, no. 6, pp. 693–698. DOI: 10.1016/S0142-9612(99)00215-X
34. Aripova M.Kh., Nam T.O. Sintez stekol v sisteme $R_2O-RO-CaF_2-P_2O_5-Al_2O_3-SiO_2$ [Synthesis of glasses in the $R_2O-RO-CaF_2-P_2O_5-Al_2O_3-SiO_2$ system]. *Chemistry and Chemical Engineering*, 2018, no. 2, pp. 69–71.
35. Aripova M.Kh., Rau J.V., Nam T.O., Aripov J.D. Synthesis of bioactive glasses in the $R_2O-RO-CaF_2-P_2O_5-Al_2O_3-SiO_2$ system. The 2nd BioMaH International Conference “*Biomaterials and Novel technologies for Healthcare*”. 8–10 October, 2018.