

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2019-6-38-41>

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО КОНТАКТНОГО УЛЬТРАЗВУКА НА ДЕПОЛИМЕРИЗАЦИЮ КОСТНОГО КЛЕЯ ТИПОВ «PALAMED» И «ПОЛАКРИС»

Седых Д.А., Бадашшин А.М., Кравченко В.Н.

Ключевые слова: ультразвук, эндопротезирование, костный цемент, деполимеризация.

Аннотация. В данной статье исследуется воздействие низкочастотного контактного ультразвука на костный цемент типов «Palamed» и «Полакрис», применяемых для фиксации компонентов эндопротезов. Ультразвуковое воздействие является экспериментальной методикой удаления костного цемента в труднодоступных местах при выполнении ревизионного эндопротезирования.

INFLUENCE OF LOW-FREQUENCY CONTACT ULTRASOUND ON THE DEPOLYMERIZATION OF BONE GLUE OF THE TYPES "PALAMED" AND "POLACRIS"

Sedykh D.A., Badamshin A.M., Kravchenko V.N.

Keywords: ultrasound, endoprosthetics, bone cement, depolymerization.

Abstract. This article examines the effect of low-frequency contact ultrasound on bone cement of the Palamed and Polacris types used to fix the components of endoprostheses. Ultrasonic treatment is an experimental method of removing bone cement in hard-to-reach places when performing revision arthroplasty.

При ревизионном эндопротезировании главной технологической задачей является удаление костного цемента в труднодоступных местах. Учитывая большую важность экспериментальных методик для эффективности использования низкочастотного контактного ультразвука в ревизионном эндопротезировании, считаем необходимым рассмотреть методы для решения данной задачи, с учетом особенностей деструкции и деполимеризации полимеров.

Костный цемент служит для фиксации компонентов эндопротезов и заполнения дефектов кости. Цемент представляет собой композиционный материал на основе акриловых мономеров и сополимеров, имеет высокую прочность на сжатие и изгиб, хорошую адгезию, пластичен и рентгеноконтрастен. Цемент состоит из порошкообразной массы (модифицированного полиметилметакрилата с инициатором) и жидкости (мономера с активатором), при добавлении которой костный цемент превращается в пластическую массу. После придания массе определенной формы, костный цемент застывает в течение 5 -10 минут.

Влияние низкочастотного ультразвука на костный цемент исследовалось в условиях стендовых экспериментов. Испытательные блоки костного цемента размерами 20×20×20 мм различных типов «Palamed» и «Полакрис» фиксировали на ровном предметном столе. Путём контактного воздействия ультразвука различной интенсивности на полимер выполнялось разрушение

полимерных блоков с помощью волноводов-инструментов (рис. 1) вплоть до деструкции и фрагментации экспериментального блока.

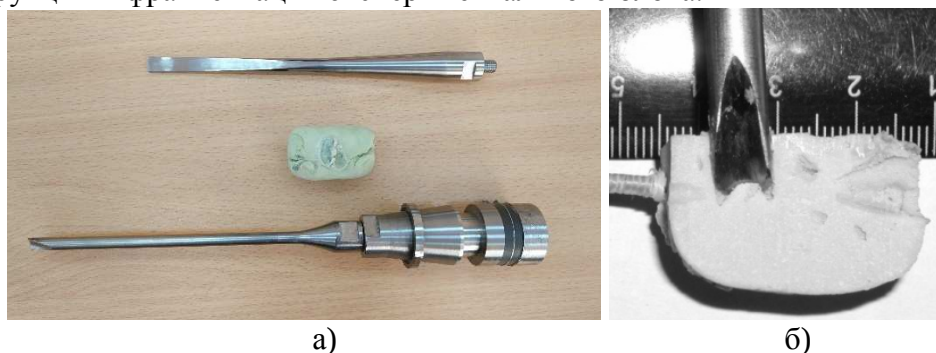


Рис. 1. Воздействие ультразвуком на костный клей: а) волновод-инструмент типа долото; б) деполимеризация блока костного клея волноводом

В качестве переменных параметров выступали продолжительность воздействия и сила прижатия волновода к поверхности костного цемента, так как от этих параметров зависит скорость разрушения и количество удаляемого полиметилметакрилата за единицу времени.

Акустические и технологические параметры при фрагментации и удалении цемента:

- 1) частота ультразвуковых колебаний – 42,5 кГц;
- 2) интенсивность – до 1100 Вт/см²;
- 3) период от контакта волновода с полимером до начала деполимеризации занимал от 1 до 5 с.

Полученные результаты сведены в таблицу 1 и представлены в виде графиков на рисунке 2.

Табл. 1. Зависимость скорости продвижения волновода от интенсивности ультразвукового воздействия в костный клей

Интенсивность ультразвука, Вт/см ²	Скорость продвижения волновода, мм/с	Характер деполиме- ризации	Скорость продвижения волновода, мм/с	Характер деполиме- ризации
	Palamed		Полакрис	
200	0	Отсутствует	0	Отсутствует
500	1	Мелко- фрагментарная	1,5	Мелко- фрагментарная
900	2	Крупно- фрагментарная	2,4	Крупно- фрагментарная
1100	3,5	Крупно- фрагментарная	4	Крупно- фрагментарная
>1100	3,5	Крупно- фрагментарная	4,2	Крупно- фрагментарная

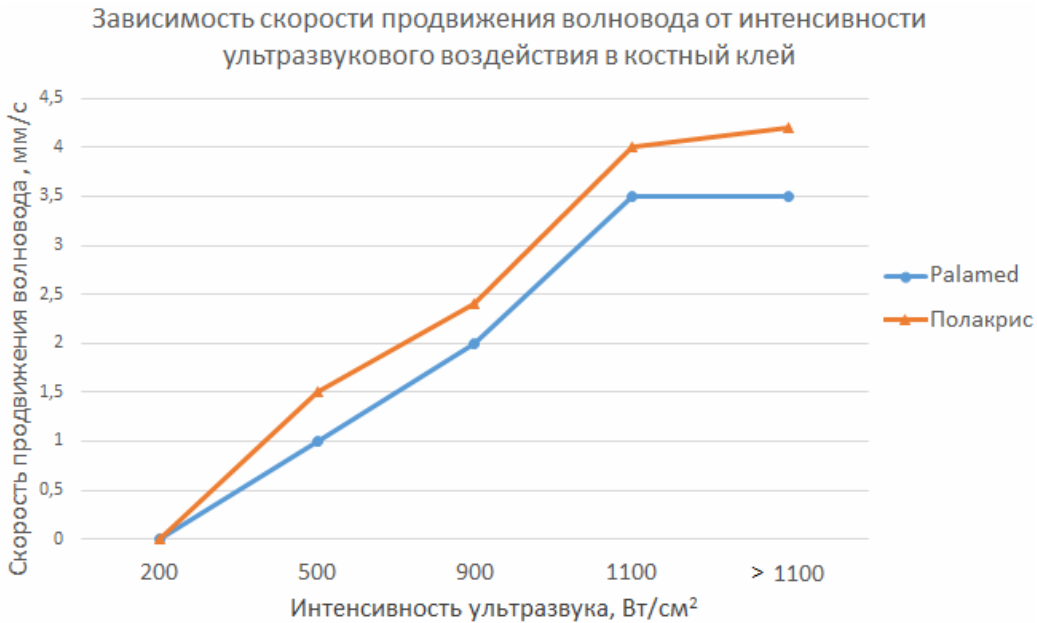


Рис. 2. Зависимость скорости продвижения волновода от интенсивности воздействия ультразвука

В результате исследования было установлено:

- скорость продвижения волновода в массе костного клея зависит от интенсивности ультразвука и длительности воздействия;
- высокоамплитудный низкочастотный ультразвук интенсивностью не менее 900 Вт/см² в месте контакта деполимеризует костный клей, который переходит в жидкую фазу;
- интенсивность ультразвука, позволяющая эффективно разрушать полимер, лежит в интервале от 500 до 1100 Вт/см² и выше. Из рис. 2 видно, что активная деструкция начинается при интенсивности ультразвука свыше 900 Вт/см².

Список литературы

1. Haydon C.M. Revision total hip arthroplasty with use of a cemented femoral component. Results at a mean of ten years / C.M. Haydon et al. // J. Bone Joint Surg. – 2004. – Vol. 86–A, N 6. – P. 1179-1185.
2. Резник Л.Б. Эффективность применения ультразвука для удаления костного цемента при ревизионном эндопротезировании / Л.Б. Резник, Г.Г. Дзюба, А.А. Новиков // Травматология и ортопедия России. – 2012. – № 1 (63). – С. 30-35.
3. Новиков А.А. Расширение применения низкочастотного ультразвука в травматологии / А.А. Новиков, Д.А. Лебедева // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность!: отв. ред. А.В. Косых – 12-14 нояб. 2013 г.: – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. – С. 223-226.

References

1. Haydon C.M. Revision total hip arthroplasty with use of a cemented femoral component. Results at a mean of ten years / C.M. Haydon et al. // J. Bone Joint Surg. – 2004. – Vol. 86–A, N 6. – P. 1179-1185.
2. Reznik L.B. The effectiveness of ultrasound for the removal of bone cement prioritized endoprosthetics / L.B. Reznik, G.G. Dziuba, A.A. Novikov // Traumatology and Orthopedics of Russia. - 2012. - № 1 (63). - P. 30-35.
3. Novikov A.A. Expansion of the use of low-frequency ultrasound in traumatology / A.A. Novikov, D.A. Lebedeva // Russia is young: advanced technology - in the industry!: resp. ed. A.V. Kosykh - 12-14 Nov. 2013: - Omsk: Publishing in OmSTU, 2013. - P. 223-226.

Седых Дарья Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Машиностроение и материаловедение», lebedevada@list.ru	Sedykh Daria Aleksandrovna – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Materials Science, lebedevada@list.ru
Бадамшин Артем Маратович – студент, Artembadamschin@mail.ru	Badamshin Artem Maratovich – student, Artembadamschin@mail.ru
Кравченко Валерия Николаевна – студент, krav1999@bk.ru	Kravchenko Valeria Nikolaevna – student, krav1999@bk.ru
Омский Государственный Технический Университет», Омск, Российская Федерация	Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

Received 11.03.2019