© Круглов А.В., 2018

УДК 615.477.21-77:616.717.7-007.21-089.277.844

DOI 10.18019/1028-4427-2018-24-4-460-464

Силиконовые приемные гильзы функциональных протезов кисти

А.В. Круглов

ООО Северо-Западный научно-практический центр реабилитации и протезирования «Ортетика», г. Санкт-Петербург, Россия ООО протезно-ортопедический центр «Сколиолоджик.ру», г. Санкт-Петербург, Россия

Silicone sockets for functional prosthesis of the hand

A.V. Kruglov

Ortetika North-West Scientific and Practical Center for Rehabilitation and Prosthetics, St. Petersburg, Russian Federation Scoliologic.ru Prosthetic and Orthopedic Center, St. Petersburg, Russian Federation

Цель. Разработать технологию изготовления силиконовой приемной гильзы функционального протеза кисти. Материалы и методы. Разработана и впервые в практике отечественного протезирования апробирована технология изготовления вкладной приемной гильзы функционального протеза кисти из высокотемпературного (HTV) силикона, включающая традиционные этапы изготовления: слепок, позитив, изготовление приемной гильзы. Однако в каждом из этапов присутствуют технологические особенности, которые позволяют изготовить комфортную индивидуальную вкладную полноконтактную гильзу протеза кисти из силикона, которая успешно использована при изготовлении активных, рабочих и протезов с внешним источником энергии для пациентов с врожденными и приобретенными дефектами кисти. Результаты. Разработанная технологические обладает целым рядом преимуществ перед традиционными, так как позволяет обеспечить комфортные условия полного контакта и частичного нагружения остаточного сегмента кисти булавовидной формы во вкладной приемной гильзе протеза. Эти свойства вкладной гильзы дают возможность изготовления максимально скелетированной несущей гильзы из композитных материалов для надежного крепления к ней комплектующих элементов функциональных протезов кисти. Заключение. Успешная апробация приемных гильз протеза кисти из HTV силикона создала условия для более широкого применения этой марки силикона при изготовлении нового поколения вкладных гильз протезов верхних и нижних конечностей.

Ключевые слова: дефект кисти, протезирование, протез кисти, приемная гильза, HTV силикон, активный протез кисти, рабочий протез, протез кисти с внешним источником

Purpose Develop a technology of manufacturing silicone sockets for functional hand prosthesis. **Methods** The technology of fabricating sockets for functional hand prosthesis made of high temperature vulcanization (HTV) silicone was developed and tested for the first time in the practice of domestic prosthetics, including the traditional stages of molding, positive reproduction, and manufacturing of sockets. However, there are technological peculiarities in each of the stages that enable to manufacture a comfortable individual full-contact socket for hand prosthesis made of silicone that was successfully used in active and functional prostheses and prostheses with external power in patients with congenital and amputation hand defects. **Results** The technology has a number of advantages over traditional ones, as it provides comfortable conditions for full contact and partial loading of the residual segment of a clubshaped hand stump in the liner socket of the prosthesis. These properties of the liner socket allow the production of the most skeletonized carrying socket made of composite material for reliable attachment of the components of functional hand prostheses to it. **Conclusion** Successful trials of the liner sockets of the hand prosthesis made from HTV silicone created the conditions for a wider application of this silicone brand in the manufacture of a new generation of sockets for upper and lower limb prosthesis.

Keywords: hand defect, prosthetics, hand prosthesis, liner socket, HTV silicone, active prosthesis of the hand, working prosthesis, hand prosthesis with external power

ВВЕДЕНИЕ

Культя кисти по форме является булавовидной, что обусловливает трудности в процессе протезирования. Перед специалистами всегда стоит проблема - как обеспечить комфорт пребывания культи в приемной гильзе, а также беспрепятственно снимать и надевать протез, и, одновременно, надежно и эстетично крепить на приемной гильзе комплектующие элементы функциональных протезов кисти [1, 2]. На современном этапе эта проблема решается за счет изготовления двух гильз - несущей приемной гильзы из композитного или жесткого термопластичного материала, а также вкладной гильзы из мягкого термопластичного материала, например, вспененного полиэтилена. При этом вкладная гильза из вспененного полиэтилена обладает рядом недостатков: она имеет низкие прочностные и демпфирующие свойства, а культя в ней скользит и потеет. В этом случае требуется изготовление полноценной несущей гильзы из композитного материла, что вызывает неудобства при надевании протеза из-за булавовидной формы культи и жесткости материала. Данные жалобы устраняются протезистами путем глубоких вырезов гильзы, это уменьшает надежность фиксации протеза на культе пациента и требует громоздких тесемочных креплений. Таким образом, к настоящему времени не найден оптимальный материал для изготовления вкладной приемной гильзы протеза кисти, который, с одной стороны, позволил бы обеспечить комфорт культе и косметичность приемной гильзы, а с другой стороны, обладал бы частичной способностью нести нагрузку, а также крепежными свойствами для надежного ее прикрепления к жесткой несущей приемной гильзе протеза кисти [3, 4]. Поэтому поиск новых материалов для вкладных приемных гильз функциональных протезов кисти является актуальным.

 $[\]square$ Круглов А.В. Силиконовые приемные гильзы функциональных протезов кисти // Гений ортопедии. 2018. Т. 24. \mathbb{N}^2 4. С. 460-464. DOI 10.18019/1028-4427-2018-24-4-460-464

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Предложена и впервые в практике отечественного протезирования апробирована технология изготовления вкладной приемной гильзы функционального протеза кисти из высокотемпературного (HTV) силикона, включающая традиционные этапы изготовления: слепок, позитив, изготовление приемной гильзы. Однако процесс изготовления вкладной приемной гильзы протеза кисти из HTV силикона имеет свои особенности, которые рассмотрим на примере приемной гильзы на косое усечение кисти с сохранным пятым лучом и пересаженным в позицию мизинца указательным пальцем. Снятие слепка для изготовления гипсового позитива может производиться классическим и общеизвестным способом гипсовыми бинтами, однако данный способ имеет недостатки, связанные со сложной формой культи и недоразвитий кисти. В связи с этим, нами внедрен новый для отечественного протезирования способ снятия слепков с помощью альгината - безопасного и гипоаллергенного материала, полученного из морских водорослей и широко применяемого в косметологии и стоматологии. Сухой его порошок, смешанный с водой в точных пропорциях, быстро густеет и приобретает свойства плотного желе, при этом меняя цвет по мере твердения. До начала процесса схватывания в такую массу помещается рука пациента, а затем через 2-3 минуты, после достижения оптимальной плотности, ее аккуратно извлекают. Таким образом, изготавливается точный негатив дефектной конечности пациента (рис. 1, а). Альгинатный негатив заливается жидким гипсом (рис. 1, б), и после отверждения гипсовый позитив вынимается. Полученный гипсовый позитив обрабатывается согласно общепринятым в протезировании правилам. Для большей стабильности приемной гильзы на предплечье на 2-3 см проксимальнее оси лучезапястного сустава следует выбирать 2 пелота в проекции латеральных поверхностей лучевой и локтевой костей глубиной не более 2 мм (рис. 1, в). После сушки гипсового позитива поверхность проверяется и, при необходимости, дополнительно выравнивается, а затем поверхность гипса обрабатывается специальным разделительным жидким составом (рис. 1, г). В последующем на гипсовый позитив химическим карандашом наносится разметка - обозначается край гильзы, ось лучезапястного сустава, точки расположения металлических закладных крепежных элементов и молнии (рис. 1, д, e). HTV силикон - это двухкомпонентный материал, смешиваемый при помощи специального станка - Two roll mill (двухроликовая мельница), в России данное устройство называют «валки» (рис. 1, ж). Компоненты силикона взвешиваются и смешиваются 1:1 по весу, во время смешивания к силикону добавляется колер по выбору пациента. После выравнивания цвета выставляется необходимая толщина на валках и раскатывается полотно неотвержденного силикона (рис. 2, а).



Рис. 1. Технологические этапы производства силиконовой гильзы функционального протеза кисти: а – снятие слепка с поврежденной конечности альгинатом; б – заливка альгинатной формы жидким гипсом; в – обработка гипсового позитива, сушка; красным обозначены пелоты; г – нанесение разделительного состава; д, е – разметка гипсового позитива; ж – станок для смешивания HTV силикона – валки

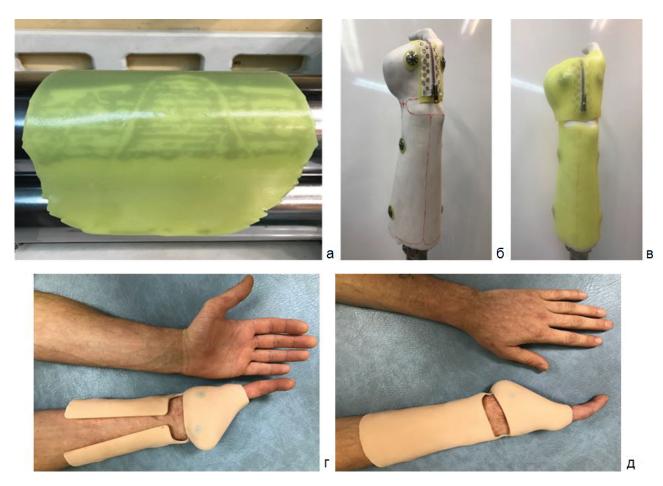


Рис. 2. Последующие технологические этапы производства силиконовой гильзы функционального протеза кисти: а – смешивание и раскатывание HTV силикона; б – выкладка закладных элементов на фрагменты силикона; в – выкладка основного слоя силикона, вакуумирование и запекание; г, д – механическая обработка и примерка

Для активных протезов кисти достаточно 2-3 мм толщины стенки для необходимой прочности и износостойкости гильзы. Согласно разметке на гипсовый позитив выкладываются закладные элементы, для того, чтобы они после отверждения находились в массе материала и не выступали ни на внешнюю, ни на внутреннюю поверхности (рис. 2, б). К закладным элементам относятся перфорированные металлические крепежные закладные, предназначенные для крепления силиконовой приемной гильзы внутри несущей. Как правило, для надежной фиксации достаточно 4-х закладных в проекции сегмента кисти и 4-х - на предплечье. На предплечье закладные следует размещать таким образом, чтобы в будущем, при сборке протеза, эти же закладные использовались для установки крепления велкро. Важным закладным элементом является молния, необходимая для более легкого одевания протеза пациентом с выраженной булавовидностью культи. Затем выполняется этап выкладывания листов силикона на слепок с расположенными на нем закладными элементами. После выкладывания HTV силикона, его необходимо отвакуумировать для полного устранения пузырьков воздуха из силикона и воздушных карманов межу гипсом и силиконом. Кроме того, это необходимо для гомогенизации силикона в местах закладных элементов и стыка материала. Следующий этап - запекание силикона в печи (рис. 2, в). Перед этим пакет и трикотажные рукава, использованные при вакуумировании, снимаются, капрон аккуратно отслаивают от силикона, который, при необходимости, дополнительно выравнивается. В зависимости от марки HTV силикона полимеризация в печи занимает 1-2 часа при температуре 90-110 °C. Учитывая, что силиконовая гильза не скользит по коже пациента, проявляя свойства силиконового лайнера, для облегчения надевания гильзы на культю рекомендовано надевать ее с помощью водорастворимого геля, способного полностью впитаться в кожу практически без остатка, например, «Procomfort Gel» (OttoBock). При примерке оценивается, насколько плотно гильза облегает культю, имеются ли воздушные карманы, насколько комфортно оценивает пациент себя в гильзе. Идеальным результатом следует считать гильзу, плотно облегающую культю кисти пациента без воздушных карманов и без растяжения гильзы (рис. 2, г, д). При движении культи кисти вкладная гильза не должна сползать. Пациенты, использующие данную вкладную приемную гильзу, отмечают комфорт при пользовании и надежность фиксации функционального протеза, что доказывают стендовые функциональные пробы (рис. 3).





Рис. 3. Результат протезирования: а - вид косого усечения кисти с сохранным пятым лучом и пересаженным в позицию мизинца указательным пальцем; б - активный протез кисти с вкладной силиконовой приемной гильзой, стендовые функциональные пробы

РЕЗУЛЬТАТЫ

Практическая апробация данной технологии у 45 пациентов, имеющих дефекты кисти, убедительно показала ее преимущества перед вкладными приемными гильзами протезов кисти из других материалов. Все пациенты отмечали достаточную ее прочность и износостойкость, снижение в ней поршнеобразных и других свободных движений культи, и, в это же время, сохранение сгибательно-разгибательных движений в лучезапястном суставе, что важно для управления активными протезами кисти. Данный вид гильз с успехом может быть использован в любых функциональных протезах - активных протезах кисти и пальцев, рабочих протезах кисти, протезах кисти с внешним источником энергии. Эта вкладная приемная гильза дает очень высокий реабилитационный эффект и функциональный потенциал благодаря своему комфорту, сочетающемуся с надежной фиксацией без значительного ограничения подвижности культи кисти. Так, гильза практически не ограничивает пронацию-супинацию, а также тыльное и ладонное сгибание кисти в протезе, позволяет полностью использовать потенциал сохранного большого пальца. Она обеспечивает возможность, при необходимости, надежно и просто крепиться к несущей

акриловой гильзе функционального протеза благодаря металлическим закладным элементам. Акриловая несущая гильза протеза, при этом, может быть изготовлена максимально скелетированной (т.к. силиконовая гильза сама по себе достаточно прочна и несет частичную нагрузку) и, в то же время, может нести в себе различные модули, адаптеры, крепления любых функциональных протезов кисти. Все это сочетается с компактностью вкладной гильзы (толщина не более 2–3 мм). Перечисленные достоинства облегчают дальнейшую работу по разработке активных протезов кисти и пальцев, универсальных для любого вида дефекта кисти.

Силиконовая вкладная приемная гильза обеспечивает отказ от дополнительных смягчающих и демпфирующих элементов, а технология ее изготовления предусматривает возможность локально увеличивать или уменьшать толщину гильзы, в зависимости от формы культи и наличия различных пороков. Кроме того, она позволяет использовать булавовидную форму культи кисти в качестве крепления за счет растяжимости и возможности установки внутри гильзы молний и других креплений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная и апробированная технология, благодаря своим достоинствам, открывает широкие перспективы ее использования для изготовления индивидуаль-

ных вкладных силиконовых гильз протезов верхних и нижних конечностей.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Буров Г.Н., Большаков В.А., Буров А.Г. Активные механические устройства непрерывного управления протезом руки после ампутации в пределах кисти // Вестник гильдии протезистов-ортопедов. 2004. № 2. С. 25-32.
- 2. Технология изготовления протезов верхних конечностей: метод. пособие / сост.: В.Г. Петров, Ю.И. Замилацкий, Г.Н. Буров, С.Ф. Курдыбайло, А.О. Андриевская, С.Е. Соболев, А.В. Антипов, Г.В. Чекушина. СПб.: Гиппократ, 2008. 128 с.
- Schulz S. First experiences with the Vincent hand // "MEC 11 Raising the Standard": Proc. 2011 MyoElectric Controls/Powered Prosthetics Symposium. Canada:New Brunswick, Fredericton, 2011. Available at: https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/4752/68%20 Schulz.pdf?sequence=1
- 4. Prosthetic Fitting after Finger and Hand Amputations / M. Schäfer, D. Dreher, F. Muders, S. Kunz. Dortmund: Verlag Orthopädie Technik, 2014.

REFERENCES

1. Burov G.N., Bolshakov V.A., Burov A.G. Aktivnye mekhanicheskie ustroistva nepreryvnogo upravleniia protezom ruki posle amputatsii v predelakh kisti [Active mechanical devices of continued managing the upper limb prosthesis after amputation within the hand]. Vestnik Gildii Protezistov-

Гений *Ортопедии*, том 24, № 4, 2018 г.

- Ortopedov, 2004, no. 2, pp. 25-32. (in Russian)
- 2. Petrov V.G., Zamilatskii Iu.I., Burov G.N., Kurdybailo S.F., Andrievskaia A.O., Sobolev S.E., Antipov A.V., Chekushina G.V., comp. Tekhnologiia izgotovleniia protezov verkhnikh konechnostei: metod. posobie [The technology of making the upper limb prostheses: technique manual]. SPb., Gippokrat, 2008, 128 p. (in Russian)
- Schulz S. First experiences with the Vincent hand. "MEC 11 Raising the Standard": Proc. 2011 MyoElectric Controls/Powered Prosthetics Symposium. Canada, New Brunswick, Fredericton, 2011. Available at: https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/4752/68%20 Schulz.pdf?sequence=1
- 4. Schäfer M., Dreher D., Muders F., Kunz S. Prosthetic Fitting after Finger and Hand Amputations. Dortmund, Verlag Orthopädie Technik, 2014.

Рукопись поступила 26.03.2018

Сведения об авторе:

Круглов Антон Вячеславович, ООО Северо-западный научно-практический центр реабилитации и протезирования «Ортетика», г. Санкт-Петербург, Россия, ООО Протезно-ортопедический центр «Сколиолоджик.ру», г. Санкт-Петербург, Россия, Email: kruglov@scoliologic.ru

Information about the author:

Anton V. Kruglov, M.D., *Ortetika* North-West Scientific and Practical Center for Rehabilitation and Prosthetics, St. Petersburg, Russian Federation, *Scoliologic.ru* Prosthetic and Orthopedic Center, St. Petersburg, Russian Federation, Email: kruglov@scoliologic.ru