

УДК 004.925.8

**А.Е. ЯКОВЕНКО**, канд. техн. наук,

**П.С. НОСОВ**, канд. техн. наук, Херсон, Україна

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В 3D МОДЕЛИРОВАНИИ ОРТЕЗНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

Запропоновано технологічні рішення моделювання та виготовлення ортезних пристосувань з використанням систем автоматизованого проектування групи CAD (Computer Aided Design) – САМ (Computer Aided Design).

Рассмотрены технологические решения моделирования и изготовления ортезных приспособлений с использованием систем автоматизированного проектирования группы CAD (Computer Aided Design) – САМ (Computer Aided Design).

The technological decisions of design and making of orteznykh adaptations are considered with the use of group of CAD (Computer Aided Design) – САМ (Computer Aided Design).

**Введение.** Во многих странах созданы такие условия, что работающие инвалиды составляют в среднем половину лиц от общего количества людей с ограниченными возможностями, в том числе стомированные больные, у которых опорожнение кишечника происходит через искусственно созданный орган (стому). Стома не имеет сфинктера и лишена нервных окончаний, поэтому стомированные инвалиды не чувствуют позывов и не могут контролировать процесс опорожнения, а также не испытывают боли на выведенном отрезке кишки. Однако кожа вокруг стомы весьма чувствительная, и болевые ощущения, жжение или зуд, могут быть связаны с раздражением именно кожи вокруг стомы.

Проблем с кожей у стомированных инвалидов огромное количество. Ежедневное отклеивание и приклеивание действует крайне разрушительно на кожу, верхние слои кожи истончаются, появляются раздражение, покраснение.

Если вокруг стомы имеются *неровности*, то их заполняют специальными дорогостоящими пастами.

Практически нет инвалидов, у которых бы не возникал контактный дерматит, покраснение, мацерация, небольшие эрозии, пузырьки. Не секрет, что такие инвалиды просто терпят боль, не предполагая даже, что можно жить и без нее.

Стомированные люди обладают большим жизненным потенциалом, так как у них нет увечий, резко ограничивающих физические или умственные способности, они не требуют социальной изоляции, как психические больные, а своевременное оказание разносторонней помощи в решении их проблем, способствует полному возвращению их к нормальному, полноценному образу жизни.

Поэтому решение проблемы надежного крепления стомийного мешка или стомийной пластины к поверхности кожи при **неправильном расположении стомы, втянутости** или **неровности** без применения дорогостоящих паст представляет собой актуальную задачу, которую авторы исследования предлагают решить с помощью современных доступных компьютеризированных устройств и современных систем автоматизированного проектирования.

**Материал и результаты исследования.** В рамках исследования предполагается выполнение ряда этапов, с применением систем автоматизированного проектирования группы CAD (Computer Aided Design) – CAM (Computer Aided Design).

Процесс создания индивидуального слепка для пациента может видоизменяться ввиду сложности объекта и использования различных материалов, механических структурных узлов. Процесс можно разбить на 4 этапа:

Сканирование объекта, анализ и обработка полученных данных: объектом для сканирования может выступать как сам пациент, так и уже готовый (или специально созданный пробный) слепок, просто поместив его под сканер. Особенность такого подхода к сканированию позволяет использовать 3D -сканеры меньших размеров и без непосредственного участия пациента.

При помощи фотографий или их множества можно также получить рельеф стомы. Из 2D растрового изображения, возможно, создать барельеф. Для этой задачи идеально подходит программа семейства

Delcam Artcam. Благодаря тонкой и оптимальной настройке, можно получить слепок среднего качества, то есть на порядок ниже и к тому же требует специального программного обеспечения, часы ручной работы по подгонке и оптимизации модели полученной таким образом через фотографию.

При этом возникает ряд проблем связанных с компоновкой стандартных клапанов и пластин вокруг стомы.

Решением данной проблемы может быть создание индивидуальной пластины под «неровности» поверхности тела инвалида используя данные 3D сканирования.

Проанализировав существующие технологические решения при изготовлении указанных пресс-форм, можно выделить два направления: применение 3D принтеров и использование станков с ЧПУ [11-12].

Программа FeatureCAM предлагает на выбор большое количество разнообразных материалов, среди которых имеется широкий спектр полимерных материалов. Важным фактором является и то, что присутствует возможность указывать параметры материала вручную. Выбор материала необходимый для определения параметров обработки, скорости подачи и скорости обращения фрезы, выбор инструмента.

Создание физической 3D модели слепка стомы:

Как ранее описывалось, 3D модель можно выточить из ряда различных материалов или напечатать на 3D принтере.

3D принтер только начал свой путь к массовому использованию, к тому же есть большое множество принтеров различных технологий и модификаций, каждый со своими преимуществами и недостатками. Таким образом, принтеры с низкой точностью, или неподходящим материалом для печати, может ухудшить качество создаваемого изделия и свести на «нет» кропотливую работу специалистов.

Не смотря на такие недостатки, 3D принтеры дают больше возможностей, а малые размеры слепка позволяют напечатать его почти на любом существующем 3D принтере, доступном на рынке.

С этой же задачей справится станок ЧПУ при наличии необходимых миниатюрных фрез (рис. 1). Есть возможность дополнить программу

черновыми и чистовыми этапами при помощи смены фрез и стратегий обработки, установке количества проходов, шага и т.д.



Рисунок 1– Использование станка с ЧПУ

Дополнение крепежей и функциональных отверстий в готовую модель.

Изготовление и установка зажимов и других узлов системы: не менее важная составляющая. Возможно их создание или печать, либо использование существующих. В зависимости от применяемого вида, может быть использована различная комбинация функциональных отверстий и крепежных систем.

После процесса сканирования при помощи 3D-сканера необходимой области стомы тела пациента, обрабатывается для дальнейшего создания слепка (рис. 2).

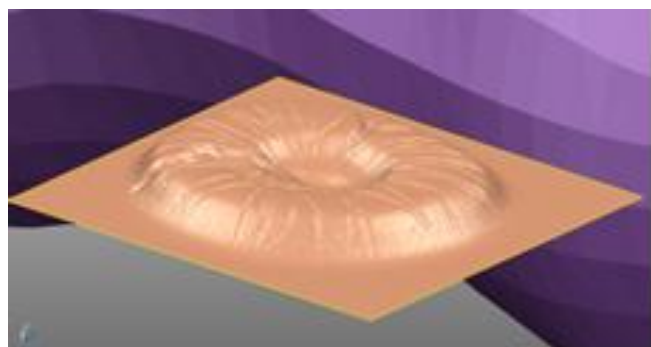


Рисунок 2 – Сканирование стомы

Операция создания слепка выполняется на основе полученной части тела. Заготовка для слепка может претерпевать изменения в зависимости от характера области стомы (рис. 3).

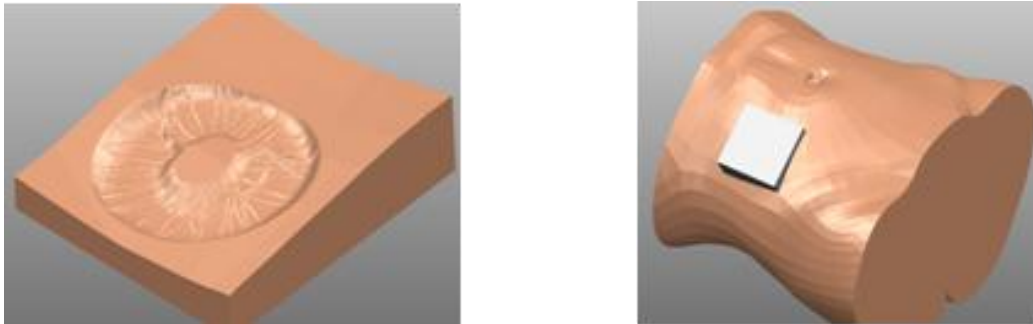


Рисунок 3 – Создание 3D слепка стомы

Полученный 3D слепок получает оптимальную форму и внутреннее функциональное отверстие.

Далее создаются необходимые узлы соединения, по возможности уменьшается объем слепка, сглаживаются острые углы.

Максимально малый 3D слепок помогает как в экономии материала на его изготовления, так и на скорости его печати/изготовления. Появляется возможность печати партии таких объектов за один сеанс. При этом чем меньше слепок, тем он более удобен и эргономичен.

На обратную сторону слепка фиксируются компоненты клапана. Конечный вариант металлических компонентов может быть изменен и масштабирован, также как и слепок может получить стандартный размер и первичную форму (рис. 4).



Рисунок 4 – Комплект индивидуальнспроектированной стомийной пластины

Модель 3D слепка експортується из CAD Delcam PowerShape в CAM Delcam Featurescam. Для транзита використовується формат \*.STL.

В форматі \*.STL модель представлена в вигляді набору трикутних полігонів і вершин, часто використовується для створення на її основі програм управління станків і 3D-принтерів (рис. 5).



Рисунок 5 – Створення управляючої програми для станка з ЧПУ

CAM Delcam Featurescam представляє широкий об'єм інструментів для створення програми обробки.

Текущее изделие будет изготовлено из пластика на двухмерном станке ЧПУ или 3D-принтере. В случае с вариантом изготовления изделия на станке ЧПУ, будут применены две операции (черновая и чистовая), с различными фрезами в каждом отличающимся размером для достижения скорости и максимальной детализации выфрезеровываемого изделия (рис. 6)

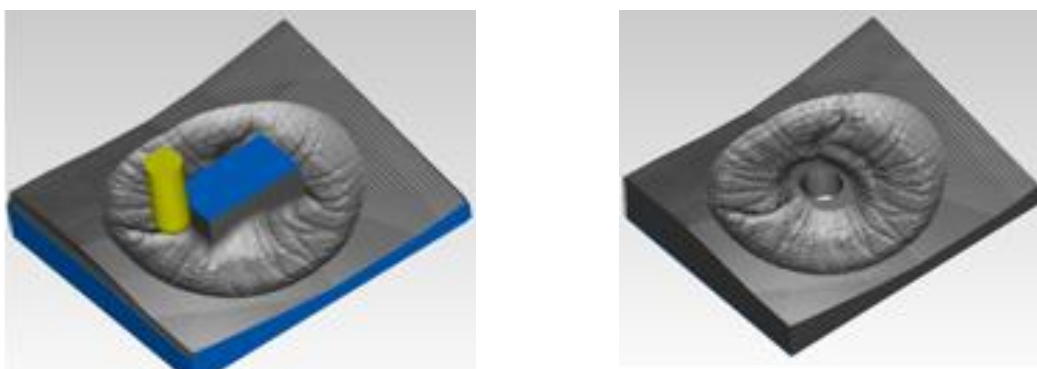


Рисунок 6 – Процес фрезерування 3D слепка на станку з ЧПУ

**Выводы.** Применение указанных в статье подходов и технологических решений требуют практического обоснования в ходе создания прототипов стомийных пластин и клапанов.

Дальнейшие исследования будут направлены на анализ эксплуатационных характеристик разработанных прототипов.

Синтез экспериментальных данных позволит выработать конечный, замкнутый жизненный цикл изготовления индивидуальной стомийного комплекта, обеспечив более высокий уровень жизнедеятельности инвалидов.

**Список использованных источников :** 1. Голубева, М.Ю. Реабилитация пациентов со стомой. Проблемы и решения. [Текст] / М.Ю. Голубева, В.Г.Суханов. – Москва, 2001. 2. Основы медико-социальной реабилитации инвалидов [Текст] / (Под общ. ред. О.С. Андреевой) – М., 2003. 3. Яковенко, О.Є. Як жити зі стомою? [Текст] / О.Є. Яковенко: Посібник для стомованих хворих. – Херсон: НКЦ «Полін», 2007. – 24 с. 4. Тонконогий, В.М. Информационные технологии проектирования в ортопедии [Текст] / В.М. Тонконогий, Е.В. Савельева, А.В. Бец. Инф. техн. в освіті, науці та виробн. Зб. наук. пр. – Вип. 1(2) – Одеса. 2012: АО "Бахва", С. 182-188. 5. Носов, П.С. 3D Моделирование конструкции ортопедического корсета в Delcam PowerShape-FeatureCam. [Текст] / П.С. Носов. Вісник ХДМА. Збірник наукових праць. Вип. – Херсон: ХДМА, № 1(8) – С. 241-247.

**Bibliography (transliterated):** 1. Golubeva, M.Ju. Reabilitacija pacientov so stomoj. Problemy i reshenija. [Tekst] / M.Ju. Golubeva, V.G.Suhanov. – Moskva, 2001. 2. Osnovy mediko-social'noj reabilitacii invalidov [Tekst] / (Pod obshh. red. O.S. Andreevoj) – M., 2003. 3. Jakovenko, O.Є. Jak zhiti zi stomuju? [Tekst] / O.Є. Jakovenko: Posibnik dlja stomovanih hvorih. – Herson: NKC «Polin», 2007. – 24 s. 4. Tonkonogij, V.M. Informacionnye tehnologii proektirovanija v ortopedii [Tekst] / V.M. Tonkonogij, E.V. Savel'eva, A.V. Bec. Inf. tehn. v osviti, nauci ta virobn. Zb. nauk. pr.. – Vip. 1(2) – Odesa. 2012: AO "Bahva", S. 182-188. 5. Nosov, P.S. 3D Modelirovanie konstrukcii ortopedicheskogo korseta v Delcam PowerShape-FeatureCam. [Tekst] / P.S. Nosov. Visnik HDMA. Zbirnik naukovih prac'. Vip. – Herson: HDMA, № 1(8) –S. 241-247.