

УДК 004.925.8

**А.Е. Яковенко**

к.т.н., доцент, президент  
Херсонского обласного  
благотворительного фонда  
помощи стомированным  
онкологическим больным  
ae.yakovenko1@gmail.com

**П.С. Носов,**

к.т.н., доцент,  
Херсонский  
политехнический  
колледж Одесского  
национального  
политехнического  
университета  
nosas@bk.ru

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ В МЕДИЦИНЕ

*А.Е. Яковенко, П.С. Носов.*  
*Моделювання сучасних дренажних систем у медицині.* У статті визначено проблему створення медичних дренажних систем з урахування індивідуальної геометрії тіла пацієнта. Надано науково-методичні рекомендації сканування та створення 3D моделей поверхонь тіла, а також технологію створення індивідуальних дренажних клапанів у САПР Delcam PowerShape.

*A.E. Iakovenko, P.S. Nosov.*  
*Modeling modern drainage systems in medicine.* In the article the problem of creating medical drainage systems tailored to the individual patient's body geometry. Courtesy of scientific guidelines scanning and 3D models of the body surface, and technology to create individual drainage valves CAD Delcam PowerShape.

### Введение.

Дренирование – это создание свободного беспрепятственного оттока крови, раневого секрета и гноя из ран путем установки дренажа и наложением соответствующей повязки. В результате чего создаются условия для быстреего очищения раны и ее заживления.

Для дренажа используют: резиновые трубочки различного калибра, полоски марли, резиновые полоски. Появились современные материалы, из которых делают полиэтиленовые и полихлорвиниловые трубочки [1].

Существуют множество заболеваний брюшной полости, при которых, одним из основных элементов лечения является наложение дренажа. В плановой хирургии, (эндоскопическая хирургия) например при лапароскопической холецистэктомии дренажи устанавливаются кратковременно и служат для удаления крови излившуюся в брюшную полость во время операции.

В экстренной хирургии брюшную полость дренируют уже на более длительный срок. Это связано уже с тем, что развивается тяжелое воспаление брюшной полости – перитонит. Перитонит, как правило, носит гнойный характер. Распространенность его носит различный характер, от локального местного (например, как осложнение гангренозного аппендицита, гинекологических заболеваний, таких как гнойное воспаления труб, яичника). До разлитого, вплоть до тотального перитонита, при тяжелых заболеваниях, таких как острый панкреатит, перфоративная язва желудка и.т.д. При такой патологии процесс заживления идет намного дольше и требует длительного нахождения дренажных трубок [2-3].

Кроме того дренируют иногда не только брюшную полость, но и органы брюшной полости такие как тонкий кишечник, это происходит когда нарушается естественное продвижение кишечных секретов, вследствие спаечной болезни брюшной полости, опухоли кишечника. В результате кишечника резко раздувается стенки кишечника перерастягиваются. В таких случаях проводят, так называемую интубацию кишечника, то есть через нос, затем желудок проводят в кишечник специальный зонд, по которому удаляется кишечное содержимое наружу, в результате чего происходит декомпрессия и улучшается питание стенки кишечника.

Тем не менее, дренирование кроет в себе много опасностей и возможностей допущения ошибок. Дренаж является не только проводником изнутри наружу, но и снаружи внутрь. Нередко при помощи его осуществляются смешанные инфекции и суперинфекции. При слишком большом калибре дренажа создаются условия для развития послеоперационных вентральных грыж [4].

Для эффективного дренирования имеет значение характер дренажа, его положение размер и поддержание дренажной системы в исправности. Время применения дренажа самое различное. Это зависит главным образом от предстоящих для разрешения задач. Когда дренаж вводится для обеспечения оттока только крови и раневого секрета, его можно удалить через 48 часов. В случаях, когда ожидается нагноение операционной раны, дренажную трубку приходится вынимать спустя 6 -7 дней, а иногда намного больше.

Одним из эффективных методов решения задачи закрепления дренажа длительного использования на теле человека является применение современных самоклеящихся пластин, изготовленных из

искусственной кожи.

При этом одна общая и пока большая проблема - уход за кожей вокруг дренажа, которая подвергается постоянному воздействию клеевых поверхностей да и самих выделений из дренажа и теряет естественную способность к регенерации [3-7].

Ежедневное отклеивание и приклеивание дренажа действует крайне разрушительно на кожу, верхние слои кожи истончаются, появляются раздражение, покраснение. Помимо этого все больные знают, как много проблем доставляет *подтекание*, физические недостатки поверхности кожи, полученные после операции (*неправильное расположение, втянутость, неровность*), аллергия на материалы, воспаление волосяных фолликулов.

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

Поэтому решение проблемы надежного крепления дренажа к поверхности кожи при *неправильном расположении поверхности кожи, 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.**

Современные 3-D сканеры и принтеры позволяют выполнять структурный поверхностный анализ человеческого тела и распечатывать с допустимой точностью индивидуальную пластину для каждого пациента. Данные подходы относятся к технологиям быстрого прототипирования и их применение получило большой успех в медицине [8-9].

Несмотря на то, что материалы, используемые в трехмерной печати, не полностью подходят для замены тканей в нашем организме, данная технология позволяет создавать кокиль-формы для отливки из более подходящего медицинского материала такого как, например, киберкожа и силикон, в соответствии с анатомическими особенностями пациента.

Большой прорыв в области 3-D моделирования получили направления такие как: подготовка и планирование операций по замене суставов, челюстей, а в более тяжелых случаях - целых участков лицевого черепа. Ряд программных средств, таких как, Delcam's DentMILL, успешно применяются в зубопротезной медицине.

Однако широкий спектр проблем в области создания индивидуальных медицинских приспособлений 3-D моделирования остается не изученным. К таким направлениям относится создание и подготовка дренажных систем с учетом индивидуальных особенностей тела пациента (Рис. 1).

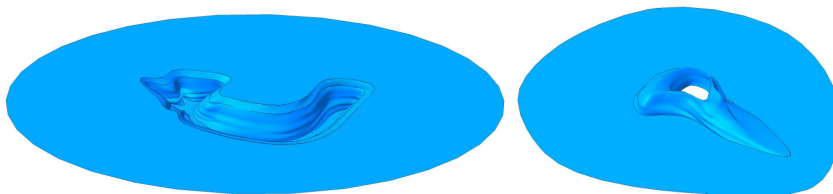


Рисунок 1. 3-D модели поврежденных участков тела пациента

Кроме того перед началом медицинского воздействия появляется возможность демонстрировать принцип проведения операций при помощи технологий 3D графики и анимации. Такая процедура позволяет продемонстрировать пациенту, как пройдет операция, убедить его в том, что она безопасна для жизни и здоровья. Современные технологии 3D графики и анимации способны наглядно и условно показать пациенту процесс лечения и реабилитации.

Таким образом, первичным этапом является сканирование фрагмента тела пациента, в котором хирургическим путем было произведено искусственное отверстие (Рис. 2).

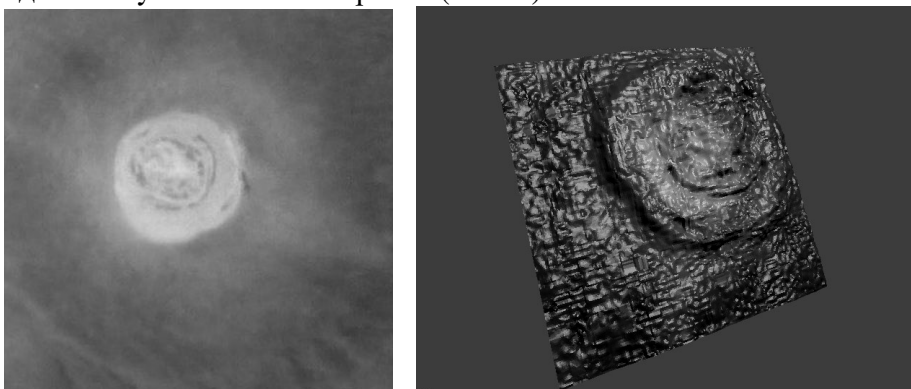


Рис. 2. 3-D сканированные участки поврежденных фрагментов тела пациента

Впоследствии выполняется формирование индивидуальной пластины, повторяющей очертания поверхности тела пациента.

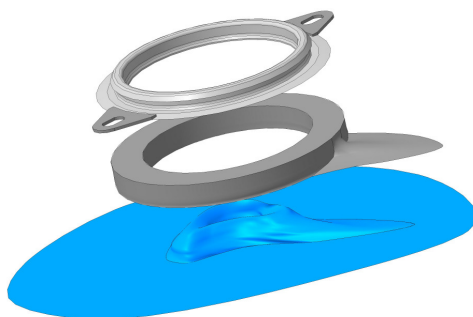


Рис. 3. Формирование индивидуальной пластины

Следующим этапом является конструирование клапана удерживающего дренажные трубки с возможностью сложной фиксации и динамическим линейным удлинением трубок для подачи лекарства.

Одним из основных требований к конструкции является возможность гибкой подстройки во время движений, поворотов и наклонов пациента. Результатом проектирования средствами Delcam PowerShape, стала конструкция, представленная на Рис. 4.

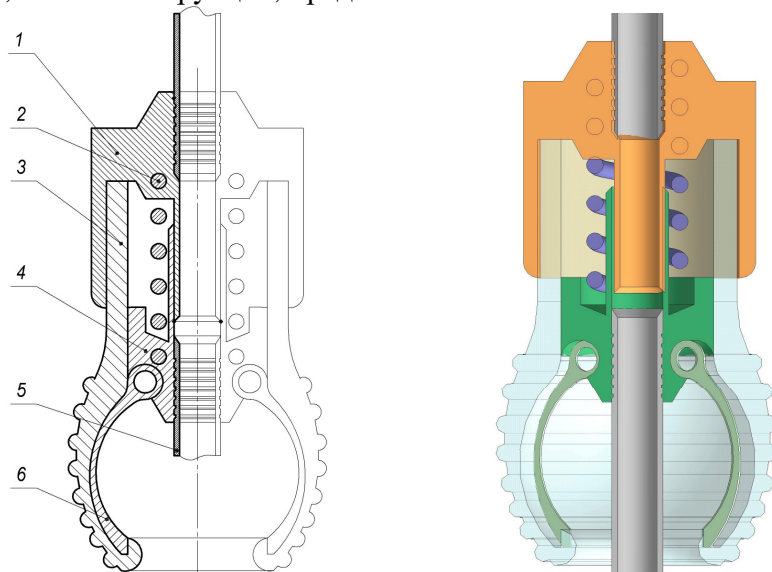


Рис. 4. Кострукция дренажного клапана

- 1- внешний корпус клапана, держатель для дренажных трубок
- 2- пружина из полимерного материала

- 3- внутрєнняя силиконовая основа - трубчатый захват, для удержания конструкции внутри тела пациента
- 4- внутрєнный зажим для дренажных трубок находяющихся внутри тела пациента
- 5- дренажная трубка
- 6- лепестки, реагирующие на температуру тела и расширяющие трубчатый захват

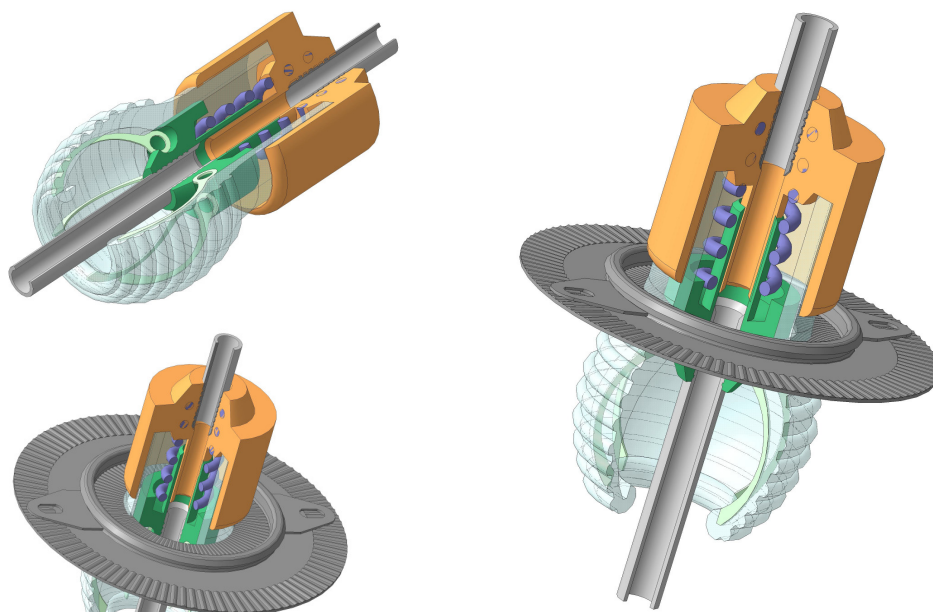


Рис. 5. Сборка дренажного клапана с вырезом 1/4

Таким образом, проект в виду своих конструктивных особенностей предполагает как линейные перемещения вдоль оси, так и поворотные и аффинные преобразования формы, что не повлияет на поперечное сечение внутренней дренажной трубки.

Отдельным фактором является подбор материалов позволяющих выполнять функцию расширения трубчатого захвата для более эргономичной стыковки с поверхностью тела пациента.

#### **Вывод.**

Предложенный подход предполагает создание прототипа клапана с использованием современных средств 3-D печати.

В дальнейшем, перед введением в эксплуатацию, данный прототип целесообразно испытать в клинической лаборатории, что позволит выявить недостатки и усовершенствовать предложенную конструкцию дренажного клапана.

### Литература

1. Методи клінічних та експериментальних досліджень в медицині / [Л.В. Беркало, О.В. Бобович, Н.О. Боброва та ін.]. ; Під ред. І.П. Кайдашева. – Полтава : Полімет, 2003. – 320 с.
2. Ахтемійчук Ю.Т. Варіант анатомії органів черевної порожнини Ю.Т.Ахтемійчук, Т.В.Хмара, Д.В.Проняєв // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2008. – Т.7, № 3. – С. 81-82.
3. Доклінічні дослідження лікарських засобів (методичні рекомендації) / За ред. Стефанова О.В. – вид.дім “Авіцена”, 2002. – 527 с.
4. Николаев Ю.А. Биопленка – «город микробов» или аналог многоклеточного организма / Ю.А. Николаев, В.К. Плакунов // Микробиология. – 2007. – Т. 76, №2. – С. 149-163
5. Основы медико-социальной реабилитации инвалидов [Текст] / (Под общ. ред. О.С. Андреевой) -М., 2003
6. Яковенко, О.Є.. Як жити зі стомою? [Текст] / О.Є. Яковенко: Посібник для стомованих хворих. – Херсон: НКЦ «Полін», 2007. – 24 с.
7. Шахотько, Л.П. [Текст] / Репродуктивное здоровье: проблемы и возможности. – 2002. – № 1 (5). – С. 1–3.
8. Тонконогий, В.М. Информационные технологии проектирования в ортопедии [Текст] / В.М. Тонконогий, Е.В. Савельева, А.В. Бец. Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. Збірник наукових праць. – Вип. 1(2) – Одеса. 2012: АО "Бахва", С. 182-188.
9. 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.

*Надійшла до редакції 29.01.2015*