

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ В СИСТЕМЕ CAD/CAM

Магакелян С.А., Худолей А.В.

УЗ «14 городская стоматологическая поликлиника», Минск, Беларусь

Введение. В 21 веке технологии стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, и тем более работы. Стоматология развивается из года в год, применяя все больше технологий, стремясь удовлетворить самых требовательных пациентов.

Цель – рассмотреть принципы работы популярной сегодня системы CAD/CAM и выделить основные отличия технологий, используемых на фазе "Cam", выбрать наиболее предпочтительную систему.

Материалы и методы. В процессе написания статьи использовались такие общенаучные методы как анализ, классификация и сравнение на основании публикаций современных отечественных и зарубежных авторов.

CAD/CAM – аббревиатура от английских "computer-aided design" - средство для автоматического построения компьютерной 3d модели, CAM ("computer-aided manufacturing") - производство изделия при помощи компьютера с использованием предварительно снятой 3D-модели [1].

Действительно, на фазе, названной «CAD», производится сканирование элементов челюсти. После получения компьютерной 3D модели, наступает фаза «CAM», которая предполагает создание протеза при помощи технологии Cam либо других технологий, таких как стереолитография и лазерное спекание.

Но, давайте по порядку. Главной задачей на фазе «CAD» является получение цифровых данных, на основе которых будут построены электронные 3d модели изделий. Для этого используется специальный лазерный сканер. На сегодняшний день наиболее популярные виды сканеров:

- **Лазерный 3d сканнер.** Высоко-контрастная камера ищет лазерный луч на поверхности объекта и измеряет расстояние до него. При этом оптическая ось камеры и лазера разнесены, а расстояние между ними и угол заведомо известны. Таким образом, мы можем достаточно точно измерить расстояние до объекта, быстро получив облако точек. Программа CAD анализирует входящие данные и выводит на экран конечную модель. [2]

- **Сканнер структурированного света.** Сетка проецируется на объект с помощью жидкокристаллического проектора/другого постоянного источника света. Камера, расположенная чуть в стороне, фиксирует форму сети и вычисляет расстояние до каждой точки в поле зрения. По полученным данным компьютерная программа CAD в дальнейшем строит модель.

Информация, полученная с использованием сканнера, соответствует формату STL (Standard Triangulation Language), который содержит все необходимые данные для дальнейшего изготовления 3d модели. Полученная

модель может корректироваться и обрабатываться на Cad-аппаратах. Ряд источников называет этот процесс компьютерным ремоделированием.

Результатом первой фазы должна стать качественная виртуальная 3d-модель [2]. Теперь можно перейти к фазе «Cam», непосредственному созданию протеза. Эта фаза может быть выполнена при помощи множества технических методов, и их количество увеличивается с каждым днем, ведь прогресс не стоит на месте. В этой статье мы рассмотрим наиболее популярные и применяемые в стоматологии: Cam, Стереолитография, Лазерное спекание.

1. **Cam.** Программное обеспечение Cad преобразовывает виртуальную модель в определенный набор команд, которые передаются на производственный модуль Cam, где протез изготавливается путем вырезания из готового блока с использованием вращающихся алмазных или твердосплавных боров и дисков. Этот подход получил название «отнимающий метод» [3].

Блоки материалов, применяемые в технологии Cam делятся на 2 типа: цельные предварительно спеченные блоки (очень прочные и не дают усадки, позволяют уменьшить время изготовления конечного продукта) и блоки, спрессованные для фрезеровки (должны пройти дополнительный этап агломерации для получения финального продукта). Блоки второго типа, значительно облегчают выпиливание из них конструкций, снижая при этом износ фрез. Линейная усадка во время спекания конструкции – 20%, поэтому каркасы выпиливаются большего размера и получают необходимый объем после спекания в лаборатории.

Преимущества:

- высококачественные монолитные блоки материалов;
- высокая прочность и эстетика конструкций.

Недостатки:

- большой расход материалов;

- фрезерные боры изнашиваются и не обеспечивают достаточной точности.

2. Стереолитографическая печать (SLA). В отличие от остальных методов печати при этом методе печать производится сверху вниз и печатаемый объект находится в перевернутом состоянии. Платформа на которой начинается выращивание печатаемого объекта погружается в толщу фотополимерного композита, не доходя 6-20 мкм до дна и соответственно в нужных местах отверждается только эта прослойка. Процесс повторяется столько раз, сколько слоёв необходимо напечатать для полной готовности объекта.

Преимущества:

- высокая точность;
- высокая разрешающая способность;
- гладкая поверхность.

Недостатки:

- возможность печати только одним цветом;
- высокая себестоимости печати;
- ограниченный ресурс ванночки и дорогостоящего лазера. [4]

3. Лазерное спекание подразумевает нанесение порошка металла на округлую пластинку. Виртуальная модель конструкции условно делится на 50 пластов, и соответственно каждому слою идёт спекание металлического порошка по принципу «здесь спекаем - здесь не спекаем», до полного спекания изделия. Эта технология широко используется во всем мире благодаря способности делать очень сложные модели прямо с цифровых данных CAD. По сравнению с другими методами, SLS позволяет изготавливать детали из относительно широкого спектра порошковых материалов. Однако, для использования лазерного спекания при производстве деталей из керамических порошков еще предстоит пройти некоторый путь развития и решить много проблем. [5]

Преимущества:

- широкий выбор материалов;
- возможность печати с высокой детализацией;
- пригодность для вторичной переработки;

Недостатки:

- самые большие в сравнении с прочими методами энергетические затраты;
- пористая и шероховатая структура изделия;
- низкая скорость процесса.

Результаты: таким образом, сравнив 3 наиболее распространенные методики изготовления изделий в системе CAD/CAM, мы пришли к выводу, что на сегодняшний день технология Cam все же является наиболее предпочтительным методом, т.к. позволяет работать с большим перечнем материалов, достаточно нересурсозатратна. Однако, благодаря постоянной эволюции технологий, на смену компьютерному фрезерованию приходят технологии 3D печати, которые позволят изготавливать объекты любой формы и сложности, снизив при этом себестоимость. Но для этого данным технологиям стоит проделать еще некоторый путь для решения существующих недостатков, основными из которых являются высокая цена на оборудование, ресурсы и низкая производительность.

В заключение, отметим, что внедрение современных технологий в стоматологию происходит настолько быстро, что встает вопрос постоянного совершенствования специалистов, для чего необходимо создание специальной теоретической и практической базы для подготовки к работе с данными новациями.

Литература:

- 1) Ловыгин А.А.//Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. 4 издание. - 2014. Гл. 12. Стр. 160.
- 2) Derya Germec-Cakan, Halil Ibrahim Canter, Burcu Nur//J. Craniofac.Surg. – 2010. Vol.21. – P.1393-1399.

3) Van Roekel NB. //Electrical discharge machining in dentistry. Int J Prosthodont. – 1992. – P.114-121.

4) «Ервандян, А.Г. CAD/CAM технологии в ортопедической стоматологии [Электронный ресурс]»]

5) D-Bite (Digital Bite): CAD/CAM manufacturing technique, G. Farronatoa, A.Magnia, D.Falzonea, M.Colombo, G.Passalera, V.Viganò, A.Greco Lucchinab, G. Santamariaa, Mondo ortodontico Volume 36, Issue 1, 2011, P.3–11.