

**ПРОЕКТУВАННЯ СУЦІЛЬНОЛИТИХ ЗУБОПРОТЕЗНИХ
КОНСТРУКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ
СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Ампарджян М. А.

Науковий керівник – доц. каф. «Інформаційних технологій проектування в машинобудуванні», канд. техн. наук Савельєва О.В.

Розглянемо створення програмного модуля для автоматизації проектування тривимірної моделі бюгельного протеза верхньої щелепи. Для проектування та візуалізації результатів досліджень використовується система Delcam PowerSHAPE.

Однією з проблем в сучасному світі є відновлення втрачених зубів. Звичайно, найкращим способом є імплантація, однак для встановлення імплантатів можуть існувати протипоказання. Тоді рішенням проблеми часткової відсутності зубів буде якісне протезування. В даний час все більшої популярності набуває бюгельне протезування.

Бюгельні зубні протези – знімні протези, що складаються з опорних кламерів або замкових пристроїв, базису зі штучними зубами і бюгеля (від німецького слова «Bugel» – «дуга»). Така конструкція зубного протеза дозволяє використовувати для опори не тільки ясна, але і власні зуби. У бюгельного протеза компактніший вигляд, він достатньо зручний, довговічний і міцний. Бюгельний протез, на відміну від пластиночного, менше навантажує тактильну, смакову, температурну чутливість і розбірливість мови, при цьому володіє високою жувальною ефективністю.

Ортопедична стоматологія, що займається протезуванням зубів, сміливо використовує не тільки сучасні матеріали і методи отримання виливків зубних конструкцій, а й передові технології, які дозволяють постійно підвищувати якість і зовнішній вигляд зубних протезів. Однією з таких, є комп'ютерне моделювання при протезуванні зубів. Завдяки комп'ютерному моделюванню можна ще до початку роботи побачити і вибрати оптимальний варіант виду і установки протеза.

У статті розглянуто створення програмного модуля для проектування 3D-моделі бюгельного протеза верхньої щелепи на основі 3D-сканування щелепи конкретного пацієнта з подальшим відправленням моделі на 3D-принтер для вирощування восківки протеза і отримання більш точної і якісної виливки.

Сьогодні CAD / CAM-системи займають все більш міцне місце в стоматології. Для виготовлення бюгельного протеза скористаємося сучасними технологіями проектування на етапі створення воскової моделі для того, щоб прискорити цей процес і зробити його більш зручним і точним. Для цього створимо програмний модуль, за допомогою якого можна буде автоматизувати процес проектування бюгельних протезів в системі Delcam PowerSHAPE.

Для сканування взята модель верхньої щелепи з клінічною картиною, що відповідає застосуванню бюгельного протезування. Модель була поміщена в 3D-сканер Roland MDX-40R. Запускаємо сканування, з'являється вікно ходу процесу. У міру проходження процесу сканування на екрані починає з'являтися сітка сканованої моделі.

В результаті сканування отримуємо тривимірну сітку моделі верхньої щелепи, яку також можна відобразити у вигляді суцільного об'єкта. Далі екпортуємо файл в STL-формат, вибираємо вид зберігання та зберігаємо файл, який отримали після сканування. Це було зроблено для того, щоб згідно з отриманими даними спроектувати модель

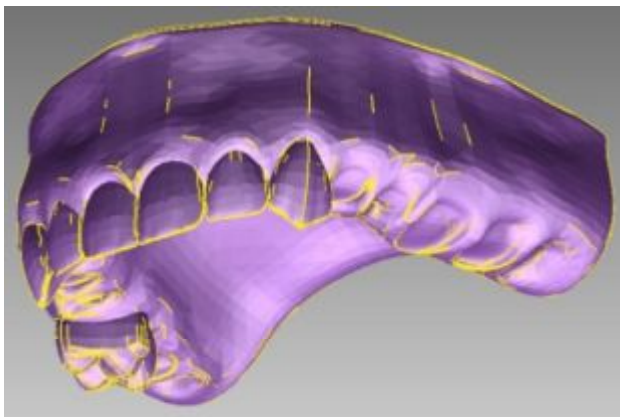
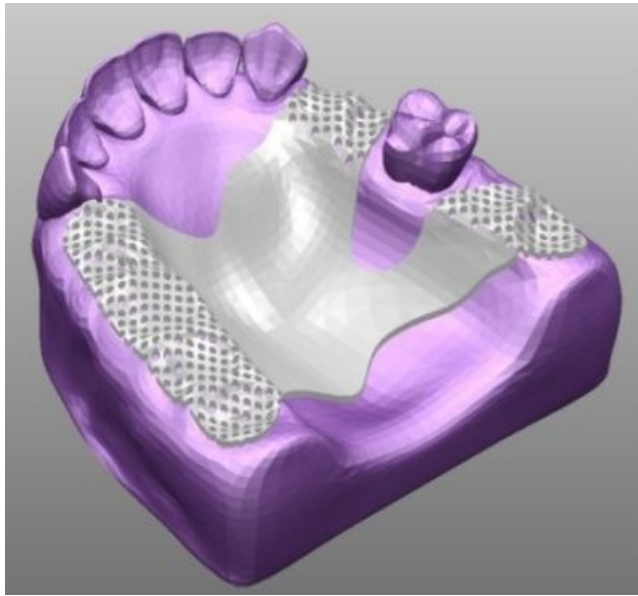


Рис. 1. Тривимірна модель щелепи з включеним дефектом зубного ряду

бюгельного протеза, і за допомогою 3D-друку на вогнетривкій моделі відтворити базис, за яким далі буде створюватися ливарна форма.

Для створення тривимірної моделі бюгельного протеза спочатку необхідно змоделювати верхню щелепу пацієнта з відсканованих матеріалів. Система PowerSHAPE має можливість гібридного поверхневого і твердотілого моделювання, яке дозволяє створити математичну модель реальної деталі будь-якої геометричної складності.

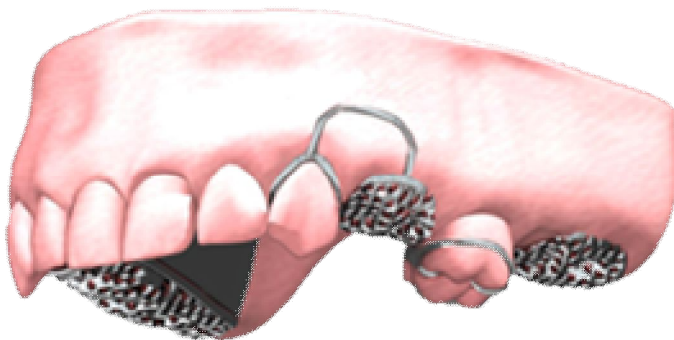
В результаті редагування і деталізації відсканованого матеріалу отримуємо тривимірну модель верхньої щелепи (рис. 1).



*Рис. 2. Модель піднебінної пластинки
бюгельного протеза*

В одному файлі отримуємо контури бюгелів, які відрізняються між собою в залежності від клінічної картини щелепи пацієнта.

Визначимо основні дії програмного модуля для створення моделі бюгельного протеза. У файл, в якому зберігаються контури бюгелів, імпортуємо 3D-модель щелепи пацієнта. Далі запускаємо програмний модуль, який відокремлює з моделі область, обмежену необхідним контуром. Отримана модель бюгеля накладається на модель щелепи і в ручному режимі технік моделює кламери індивідуально для кожної ситуації. Кінцевий результат зберігається в STL-форматі і може направлятися на 3D-принтер. Для



*Рис. 4. 3D-модель бюгельного
протезу з кламерною фіксацією*

Програмний модуль створений за допомогою файлів макросів у системі PowerSHAPE.

Для того, щоб програмний модуль створював індивідуальні бюгельні протези за певною клінічною картиною пацієнта, були створені бібліотеки контурів бюгелів, що посилаються на варіанти конструкцій базисів суцільнолитих бюгельних протезів при різних класах дефектів зубних рядів по Кеннеді. Бюгелі протезів моделюємо, користуючись методом створення поверхні за допомогою побудови контуру, і в

полегшення моделі каркаса застосовуємо перфорування певних елементів бюгеля, яке також відбувається автоматично. В результаті виконання макросу отримуємо модель піднебінної пластинки бюгельного протеза (рис. 2).

Залишається тільки в ручному режимі створити кламери протеза. Для цього за допомогою сплайнів, яким присвоюються товщини, моделюємо кламери, проєктовані індивідуально в залежності від форми і особливостей будови зубного ряду пацієнта (рис. 3).

Висновки. В результаті проведеної роботи був розроблений програмний модуль для проєктування 3D-моделі бюгельного протеза для подальшого виготовлення восківки протеза на 3D-принтері. Модуль дозволяє істотно скоротити процес виготовлення суцільнолитих бюгельних протезів з кламерною фіксацією, поліпшити якість і точність проєктування протезів, значно зменшити відсоток ручної праці зубного техника в процесі виготовлення протеза. 3D-модель дає наочне уявлення про майбутній протез та дозволяє зробити імітацію його установки у пацієнта, ще до виготовлення.

Список літератури

1. Ортопедическая стоматология. Протезирование съёмными пластиночными и бюгельными протезами: учеб. пособие / С. А. Наумович [и др.] ; под ред. С. А. Наумовича. – 2-е изд. – Минск: БГМУ, 2009. – 212 с.
2. Adent стоматология. Бюгельное протезирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://adent.com.ua/ua/stomatology/47>