

## Значення людського фактора – досвід роботи з CAD/CAM технологіями



CAD/CAM – це скорочення слів ComputerAidedDesign (проекування з використанням комп'ютерної технології), і Computer AidedManufacture (виготовлення з використанням комп'ютерної технології). У кожній системі є свої плюси і мінуси. За вартістю вони приблизно рівноцінні, відмінності в програмах, але основна роль відводиться людському фактору.

Зростає відповідальність лікаря, як у виборі конструкції, а головне потрібно зовсім інша якість препарування зубів.

Одним з важливих моментів препарування зуба вважається створення мінімально необхідного простору для отримання стійкого до навантажень і естетично задовільного відновлення зуба, а також відповідність геометрії підготовленого зуба стандартам технології виготовлення реставрації за допомогою CAD/CAM. У будь-якій технології потрібно правильно збудувати ланцюжок пацієнт – клініка – пацієнт.

Системи CAD/CAM значно відрізняються між собою на етапі збору даних. Отримання інформації про рельєф поверхні і переклад її в цифровий формат здійснюється оптичними чи механічними цифровими перетворювачами (дигітайзерами). Більшість оптичних систем сканування дуже чутлива до різних чинників. На точність оптичного способу сканування істотно впливають відбиваючі властивості матеріалу і характер поверхні, що вивчається (мал. 1).



*Мал. 1.  
Моделювання з використанням  
віртуального артикулятора*

Розвиток автоматизованого проектування стоматологічних CAD/CAM систем спрямований на спрощення і максимальну візуальну ясність цього процесу. Отримавши із сканера оцифровану інформацію про рельєф поверхні протезного ложа, приступають до побудови його зображення на екрані монітора. Після цього спеціальне програмне забезпечення пропонує лікарю найбільш прийнятний варіант реставрації зуба (мал. 2).



*Мал. 2*

Сучасні комп'ютерні програми можуть спроектувати протези, що перевершують за своїми параметрами роботи кращих зубних техніків. Ступінь втручання, необхідний від оператора системи CAD/CAM, щоб спроектувати реставрацію, може змінюватися в межах від мінімальних призначених для користувача налаштувань до істотної зміни конструкції.

Навіть у найбільш автоматизованих системах користувач зазвичай має можливість змінити автоматично спроектовану реставрацію згідно зі своїми уявленнями. Широкий розвиток отримало тривимірне анімоване моделювання майбутньої конструкції. Воно значною мірою спрощує і прискорює процес створення віртуальної моделі протеза, робить його наочнішим. Лікар може розглянути на екрані монітора конструкцію з усіх боків, при різному збільшенні і внести свої поправки (мал. 3).



*Мал. 3*

Коли моделювання реставрації завершено, програмне забезпечення CAD перетворює віртуальну модель у певний набір команд. Вони, у свою чергу, передаються на виробничий модуль САМ, який виготовляє спроектовану реставрацію (мал. 4).

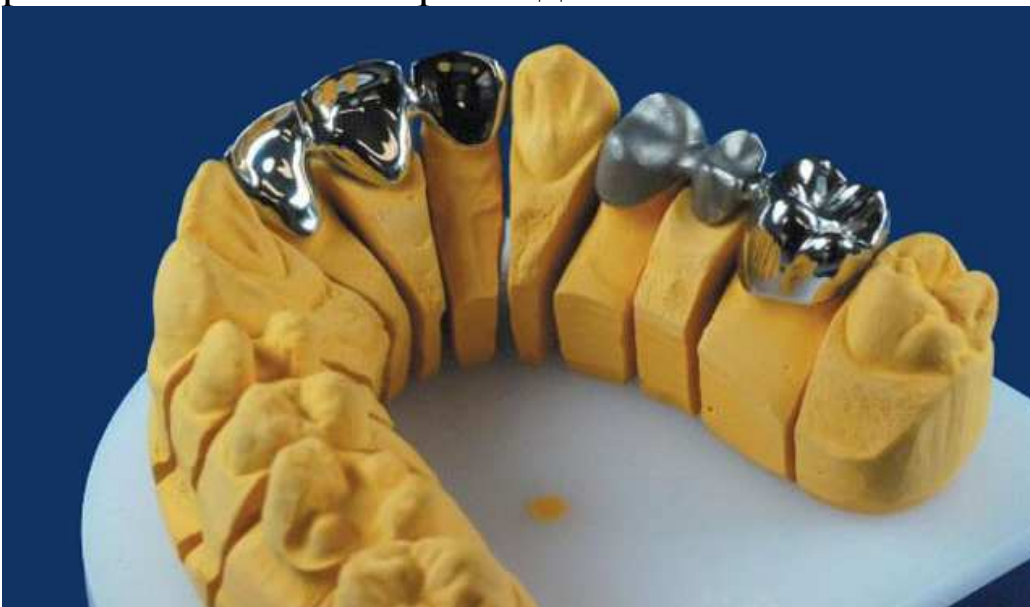


*Мал. 4*

Час не стоїть на місці і наступним кроком стало застосування вибіркового лазерного спікання – одна з технологій, які вико-

ристовуються для виготовлення керамічних або металевих зубних реставрацій. Прикладом можуть служити стоматологічні системи Medifactoring (Bego Medical AG, Germany) і DigiDent (Hint – ELs, Germany). При цьому методі комп'ютер прораховує траєкторію руху інструменту, як і в інших існуючих CAD/CAM-системах. Проте система не зішліфовує, а спікає лазерним променем шар матеріалу, рухаючись по заданій траєкторії усередині ємності, що заповнюється пошарово керамічним або металевим порошком. Кожен наступний шар спаюється з попереднім. Така технологія дозволяє виготовити конструкції складної форми без втрат матеріалу.

Цікава технологія – виготовлення моделей протезів методом тривимірного друку. САМ-пристрій WaxPro printer діє, як струминний принтер, тільки замість чорнила він вистрілює мікроскопічні порції розплавленого воску. Так, шар за шаром і виходить воскова модель каркаса чи штучної коронки. Надалі по восковій репродукції протез відливається з металу або пресується з кераміки. Вдосконалений варіант друкуючого модуля здатен створювати конструкції не лише з воску, але і з композиційних матеріалів. Це істотно розширює можливості цієї системи і дозволяє, приміром, використовувати її для виготовлення щелепно-лицьових протезів. Стрімкий розвиток стоматологічних систем автоматизованого проектування і виробництва протезів призвів до появи нового сегменту в матеріалознавстві – матеріали для CAD/CAM технології (мал. 5).



*Мал. 5*

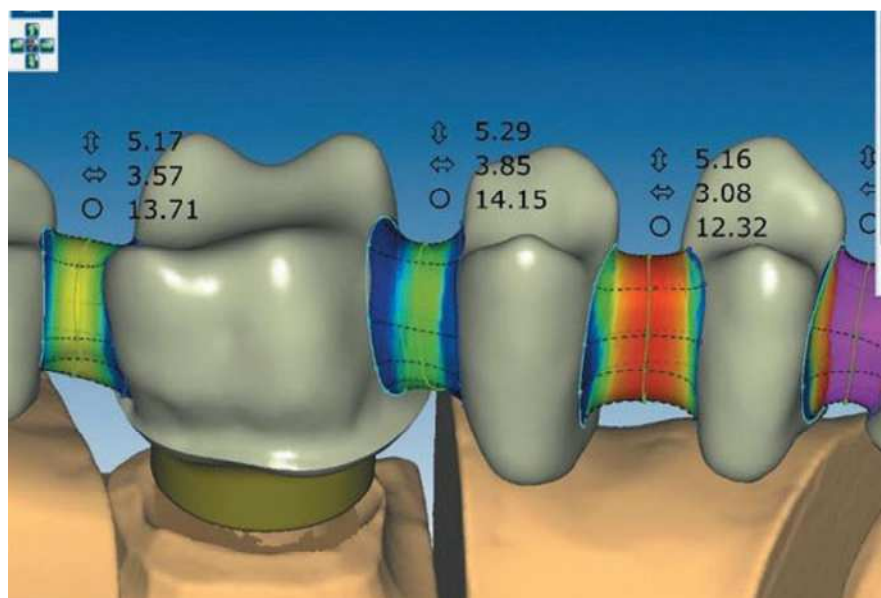
Сфера застосування стоматологічних CAD/CAM-систем не обмежується одним тільки виготовленням зубних протезів.

Розроблено декілька CAD/CAM-систем для застосування в хірургічній практиці. Наприклад, система SurgiGuide (Materialise, Belgium) використовується для виготовлення індивідуальних хірургічних шаблонів, що полегшують правильне розташування зубних імплантатів під час операції.

CAD/CAM-система Nobel Guide software (Nobel Biocare, Sweden) дозволяє виготовити реставрацію безпосередньо після установки імплантату. Обидві системи використовують дані, отримані методом комп'ютерної томографії, спеціальне програмне забезпечення CAD, щоб визначити ідеальне розміщення реставрації, і технології CAM для виробництва шаблонів або робочих моделей. Комп'ютерні технології можуть застосовуватися на всіх етапах надання стоматологічної допомоги. Своєчасна підготовка фахівців, що повною мірою володіють такими технологіями, є важливою умовою широкого впровадження сучасних інформаційних технологій в усі сфери стоматології. Комп'ютерні технології вже змінили наше життя.

Традиційні відбитки зубів вже вичерпали себе як єдина аналогова альтернатива. Для отримання проектних даних у форматі STL підійдуть інтраоральні сканери, за допомогою яких стоматологи збирають первинну цифрову інформацію. Такий підхід покращить посадку протезів і значною мірою усуне помилки збору даних. Лазерне спікання металів – логічна реалізація цифрових технологій на виробництві, що дозволила нам вийти на найвищі стандарти якості.

Ті зубні техніки, які не перейдуть на цифрові рішення, у перспективі зіткнуться із серйозними труднощами. Немає жодних сумнівів у тому, що майбутнє стоматології – за цифровими техно-



логіями, і цього вже не змінити (мал. 6). Мал. 6

Автор: Сергій Зубов, лікар-стоматолог, д. м. н.