ТЕХНО-ПОЛИМЕРЫ

- ОПОРНЫЕ СТРУКТУРЫ 21 ВЕКА

Conrad J Rensburg

На протяжении десятилетий стоматологическая промышленность не использовала сплавы в качестве материалов для опорных конструкций. В 20-м веке большинство технологических достижений было связано с техникой потерянного воска с упором на разработку воска и сплавов.

Эта технология на основе сплавов также использовалась почти исключительно в том месте, где происходила большая часть эволюции продуктов в стоматологической промышленности. До 2010 г. начал развиваться сдвиг в сторону поиска безметалловых решений2. Начало было в лучшем случае скалистым, но это новое направление начало набирать обороты, особенно на арене короны и бриджа. К сожалению, разработка материалов опорных конструкций для съемных конструкций на много лет отставала от своих аналогов в области несъемного протезирования. Совсем недавно производители материалов переключили свое внимание на производство съемных материалов с акцентом на возможности цифровой совместимости.

Поскольку нехватка квалифицированной рабочей силы3 становится реальной проблемой почти в каждом бизнесе, важность цифрового дизайна и производства для снижения потребности в ручных процессах стала первостепенной для выживания в стоматологической отрасли. На протяжении многих лет производители сплавов уделяли внимание не только биосовместимости, но и экономике.

Эти факторы по-прежнему имеют первостепенное значение сегодня, но новые полимерные материалы теперь также добавляют дополнительные преимущества, такие как совместимость материалов и химическая связь между различными компонентами, составляющими окончательный протез. Из-за лучшей совместимости с изгибом эти материалы по своей сути также обеспечивают улучшенное долговременное взаимодействие материала между акриловым покрытием и компонентами опорной конструкции.

В конечном итоге сочетание химического связывания, совместимости с материалом и изгибом снижает усталость материала и вероятность отслоения. Это приводит к лучшей долговременной выживаемости протеза без ущерба для прочности.

Пластик - от целлулоида до технополимеров

Чтобы по-настоящему понять преимущества материала и определить его потенциальные недостатки, полезно понять его историю и развитие. Современные технополимеры, используемые в стоматологии, часто включают волокнистый компонент для поддержки полимера. На протяжении эволюции пластмасс4 всегда существовала сильная корреляция между этими синтетическими волокнами и полимерами.

Первым разработанным полусинтетическим пластическим материалом был полистирол. Этот материал был получен путем перегонки растительной смолы в 1839 году. Бакелит был первой настоящей синтетической термореактивной смолой и был запатентован в 1910 году. Этот материал быстро стал наиболее широко используемым пластическим материалом в мире. В 1920-х годах университеты начали систематически изучать свойства природных и синтетических полимеров. В конце 1930-х годов появились первые синтетические волокна. В 1935 году полиамид был синтезирован и сразу же нашел практическое применение под хорошо известным названием нейлон.

Определяющий момент в развитии пластмассовых изделий наступил в 1960-х годах с разработкой полипропилена. Этот продукт быстро стал символом ультра модности и модернизма. Вскоре после этого был разработан полиэтилен, который был широко известен как один из самых популярных термопластичных полимеров из-за его универсальности и экономичных характеристик.

За последние несколько лет так называемые техно полимеры становятся все более популярными и используются во все более и более сложных приложениях. Такие продукты, как полиметилпентен, из-за его абсолютной не токсичности и устойчивости к химическим веществам, используются для производства изделий для использования в клинических лабораториях.

Сегодня современные варианты полимеров используются для специализированных приложений, таких как шлемы космонавтов, контактные линзы, пуленепробиваемые жилеты, опорные конструкции зубных протезов (РИС.1) и даже печатные цифровые зубные протезы (РИС.2).

Разница между пластиком и технополимером состоит в следующем; В отличие от пластика, используемого в повседневной жизни, технополимер определяется как любой пластик, используемый для изготовления чего-то, что традиционно делается из металла.

Варианты поддержки структуры

В настоящее время существует четыре основных конкурента на рынке стоматологических технополимерных несущих конструкций в США: Bioloren® Trilor® (Harvest Dental, www.harvestdental.com / PREAT, www.preat.com), Juvora ™ PEEK-OPTIMA ®, (Invibio, www.invibio.com), CM Pekkton®, (anaxDENT, www.anaxdent.com), Trinia®, (Trinia, www.trinia.com / SHOFU® Dental, www.shofu.com).

Несмотря на то, что все вышеперечисленные материалы указаны и разрешены Управлением по контролю за продуктами и лекарствами для изготовления стоматологических субструктур, они различаются по таким областям, как полимер и состав волокна. Это в конечном итоге влияет на прочность материалов на изгиб, растяжение и сжатие (фиг.3). Поэтому важно тщательно выбирать тип материала каркаса, который наилучшим образом подходит для требуемого протезирования. Кроме того, наличие нескольких опций позволяет технику подобрать опорную конструкцию с выбранным материалом верхнего слоя.

Рис. 1

Рис. 2

Таблица сравнения технополимеров

Характеристики	Человек	Bioloren Trilor	Trinia	CM Pekkton	Juvora PEEK	Zicornia + Ittrio
Предел прочности	150 MPa	380 MPa	169 MPa	115 MPa	100 MPa	348 MPa
Предел прочности при изгибе	209.93 MPa	540 MPa	393 MPa	200 MPa	170 MPa	1200 MPa
Удлинение при растяжении	2%	2%	2.7%	4,4%	20%	
Модуль упругости при изгибе	8.51 GPa	26 GPa	18.8 GPa	5.0 GPa	4.0 GPa	210 GPa
Модуль упругости	20.7 GPa	26 GPa	18.8 GPa	5.1 GPa	3,7 GPa	210 GPa
Прочность на сжатие	90-209 MPa	530 MPa	347 MPa	246 MPa	118 MPa	2000 MPa

Рис. 3

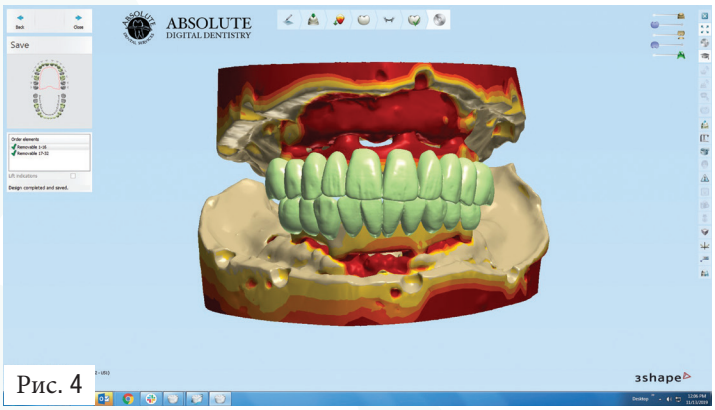

Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

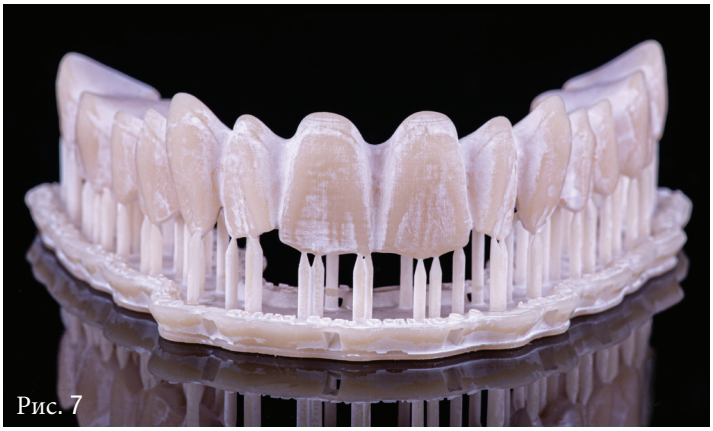
Рис. 7

Доказано, что важность обработки протеза с хорошей опорой, спроектированного и изготовленного с использованием цифрового рабочего процесса, влияет как на долговечность протеза, так и на предсказуемость клинического рабочего процесса.

Возможность цифрового проектирования корпуса, преобразование дизайна в прототип для принятия пациентом, а затем просто сопоставление утвержденных данных с окончательным протезом, имеет решающее значение для предсказуемого результата.

Исторически сложилось так, что передача вспомогательной структуры на аутсорсинг позволяла интерпретации человеческого дизайна потенциально влиять на дело. Этот аутсорсинг в конечном итоге снял контроль над проектированием опорной конструкции с техником, который отвечал за окончательный протез.

Несмотря на то, что эти варианты по своей сути различны, у них есть одно большое общее преимущество: все они доступны в форме шайб для восстановительной обработки на фрезерном агрегате. Это позволяет лаборатории в цифровом виде контролировать конструкцию опоры на основе утвержденного пациентом положения зубов. Возможность изготовления всего протеза в домашних условиях также ускоряет процесс и значительно снижает затраты.

Многие отказы гибридных имплантатов с опорой на имплантаты объясняются6 двумя основными факторами: различиями в изгибе между титановыми субструктурами старой школы и акриловыми накладками, а также отсутствием химической связи между компонентами. Современные технополимеры решают обе эти потенциальные проблемы. Однако важно, чтобы технический специалист лично проверил прочность химической связи между конкретными материалами, чтобы найти наилучшее возможное решение.

ТЕХНО-ПОЛИМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Последние поколения технополимеров можно с уверенностью использовать вместо титановых оправ. Они были на удивление хорошо задокументированы под различными торговыми марками и могут похвастаться впечатляющим послужным списком на протяжении многих лет внутриротового применения.

При рассмотрении вопроса о замене материала опорной конструкции важно учитывать два важнейших свойства материала: прочность на изгиб и предел прочности7. Прочность на изгиб (также известная как прочность на изгиб) определяется как напряжение (МПа) в материале перед тем, как он поддается испытанию на трехточечный изгиб. Прочность на растяжение8, менее важная в стоматологии, определяется как максимальное напряжение, которое материал может выдержать при растяжении или растяжении перед разрушением.

Рис. 8

Рис. 9

Большинство технополимеров для стоматологического применения демонстрируют прочность на изгиб от 160 МПа до 540 МПа. Этот атрибут имеет решающее значение при согласовании изгиба естественной кости (205 МПа) с опорной структурой из технополимера.

Исследования9, проведенные MALO CLINIC на PEEK OPTIMA®, показали, что материал имитирует поведение естественной периодонтальной связки, обеспечивая амортизирующий и амортизирующий эффект во рту даже при экстремальной нагрузке. Это исследование также показало почти идеальную выживаемость имплантата (через 3 года) при восстановлении корпусов All-on-four® (Nobel Biocare®, www. Nobelbiocare.com) с использованием этого технополимера в качестве опорной основы.

Исследование сочетания прочности и износа TriLor® / Crystal Ultra® (рис. 3) 10, проведенное Университетом Алабамы в Бирмингеме, показало, что материал покрытия зубьев Crystal Ultra® изнашивается с объемной скоростью 0,061 мм3 по сравнению с наногибридом Phonares®. композитные зубные протезы (Ivoclar Vivadent, www. ivoclarvivadent.com) со степенью износа 0,271 мм3. Испытание на излом TriLor® показало среднюю начальную трещину при 1626 Н и окончательную трещину при 1759 Н. По сравнению со средней силой зажима на моляре 60 Н и максимальной силой сжатия от 600 Н до 900 Н, эта комбинация материалов оказалась высокофункциональным решением.

ВАРИАНТЫ НАЛОЖЕНИЯ ЗУБОВ

Использование отдельных зубных протезов в приложениях с опорой на имплантаты, где окклюзионные силы отличаются от протезов с тканевой опорой, также является потенциальным недостатком. Использование готовых кардных зубов исключает любые потенциальные цифровые рабочие процессы и требует трудоемких ручных операций, которые невозможно архивировать в цифровом виде. Использование цифровой обработки (фиг.4), допускаемой технополимерными субструктурами, дает возможность фрезеровать (фиг.5) или печатать окончательный зубной слой вместо использования традиционных зубных протезов.

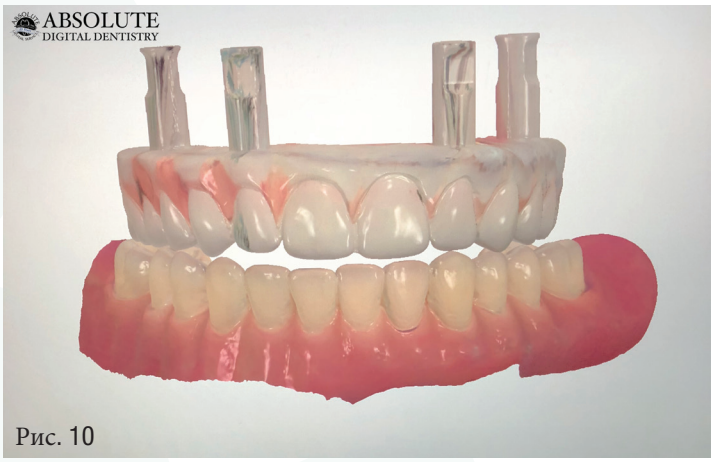

Рис. 10

Рис. 11

Рис. 12

В зависимости от области применения могут использоваться различные материалы для покрытия зубов. В настоящее время доступно несколько измельчаемых материалов, которые идеально подходят для этого типа протезов: Crystal-Ultra®, (Digital Dental, www.crystalultra.com), Temp-Esthetic ™, (Harvest Dental, www.harvestdental.com), Ivotion. Dent® (Ivoclar Vivadent, www.ivoclarvivadent.com).

Промышленность также начинает видеть разработку пропитанных стеклом фотополимерных смол для печати наложения зубов: BEGO® Varseo (BEGO, www.bego.com) и Formlabs® Permanent Crown (Formlabs, www.formlabs.com). Несмотря на то, что разработка материалов для покрытия зубов (рис. 6), пригодных для печати, все еще находится в зачаточном состоянии, возможность печати долговременных структур зубов является перспективой будущего. Печать более точна и требует гораздо меньшей ручной обработки (РИС.7) по сравнению с фрезерованной копией (РИС.8). Таким образом, эта технология имеет большие перспективы для будущего применения.

ПРОТОКОЛ ЦИФРОВОГО СЛУЧАЯ

При обработке гибрида с использованием субструктуры из технополимера с индивидуальным покрытием зуба из ПММА или нанокерамики клинический процесс упрощается, а результаты более предсказуемы. В конечном счете, основной причиной обработки в цифровом рабочем процессе является предсказуемая окончательная доставка без корректировки. Включив прототип (РИС. 9) в этот рабочий процесс, пациент и врач могут протестировать цифровой дизайн, прежде чем приступить к окончательной доставке протеза.

Цифровые гибридные технологии работают сейчас

Первое назначение - Убрать переходный (конверсионный) гибрид. Установите флажки сканирования DME и оцифруйте гибрид с помощью сканера ввода-вывода. Замените гибрид и просканируйте прикус и противодействие. Отправьте данные (РИС. 10) в лабораторию для изготовления гибридных зажимов PhaseII. Свяжитесь с www.AbsoluteDentalLab.com для получения более подробной информации об этом процессе.

Лабораторный процесс – Создайте протезный гибрид фазы II для проверки оттиска и прикуса.

Вторая встреча – Поместите гибрид фазы II, лютню между секциями, отрегулируйте прикус и проткните материал PVS между тканью и устройством. Делайте снимки улыбки и делайте диагностические заметки для любых необходимых изменений. Это устройство эффективно индексирует проверенный слепок, диагностическую примерку зубов, проверку прикуса и обновленный слепок на уровне тканей.

Лабораторный процесс Лаборатория разработает цифровую модель прототипа PMMA с требуемыми диагностическими настройками и вернет устройство для окончательной проверки. Очень важно опробовать это устройство и убедиться в его приемлемости и одобрении пациентом. Если у пациента есть какие-либо проблемы, устройство PMMA можно носить как временное, настраивать или дополнять с помощью композитного материала до тех пор, пока не будет достигнуто разрешение пациента. Важно знать, что утвержденный переходный гибрид станет окончательным файлом данных, который будет согласован с моделью и точно скопирован в окончательный протез.

Лабораторный процесс– Импортируйте файлы данных фазы II в программное обеспечение для проектирования, внесите требуемые диагностические изменения и измельчите переходный прототип из ПММА.

Третье назначение – Поставка гибридного прототипа (Рис.11) и одобрение пациента.

Fig. 13

Fig. 14

Лабораторный процесс– импортировать утвержденные данные прототипа в программное обеспечение для проектирования и скопировать окончательный гибрид.

Четвертое назначение– Поставка финального гибрида. Помимо финального гибрида, пациенту доставляется и прототип переходника. Этот аппарат является точной копией окончательного и в случае выхода из строя послужит экстренным протезом.

Применение технополимеров

Это новое поколение материалов опорной конструкции (Рис.12) можно использовать во множестве приложений, где по умолчанию использовалась структура из сплава. Техно полимеры показаны для частичных каркасов, протезов и гибридных опорных конструкций и даже для абатментов и винтов имплантатов.

Нано-керамика в сочетании с технополимерным каркасом является идеальным решением для протезов с опорой Locator® (ZEST® Dental, www.zest.com), а также превосходным решением для концепции протезов ATLANTIS ™ Conus с фрикционной посадкой. (Dentsply Sirona®, www.dentplysirona.com) (Рис.13).

Эта комбинация материалов решает проблему износа зубных протезов и расслоения в случаях с опорой на имплантаты, когда большие окклюзионные силы ответственны за сокращение срока службы этих протезов.

Достижения в области цифровых рабочих процессов в сочетании с инновационными продуктами приносят пользу пациенту, обеспечивая более предсказуемые роды. В конечном счете, эти роды требуют меньшего количества клинических посещений для завершения и увеличения долговечности, эстетики и функции окончательного протеза (Рис.14).

В стоматологической сфере уже наблюдается экспоненциальный технологический прогресс.

Это только верхушка огромного айсберга! В эти захватывающие, а иногда и неопределенные времена понимание и использование технологий будет определять успех ... и, в конечном итоге, выживание в 21 веке!

Об авторах

Конрад Дж. Ренсбург является владельцем стоматологической лаборатории Absolute Dental и руководит хирургическим отделением имплантатов и NavaGation Precision Guidance®. Джек Маррано является директором группы Signature Prosthetics и возглавляет команду Absolute Dental ART (Продвинутая восстановительная группа). Вместе со своими командами они предлагают комплексные, высококачественные протезные и хирургические решения для врачей со всех концов Соединенных Штатов. С Конрадом и Джеком можно связаться по адресу www.absolutedentallab.com.