

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЫ В СТОМАТОЛОГИИ

А. Е. ДУБИНОВ, И. Д. ДУБИНОВА



А. Е. Дубинов



И. Д. Дубинова

Одна из главных проблем человечества — болезни, с которыми, увы, приходится встречаться каждому. И нам не безразлично, кто, как и чем нас лечит. И, главное, каков будет результат лечения. Это в полной мере относится и к стоматологии — науке, изучающей болезни зубов и способы их лечения. В данной статье речь пойдет о новых методах в стоматологии, основанных на применении газоразрядной плазмы.

О том, как лечили и украшали зубы в древности, свидетельствуют многочисленные находки археологов на территориях Древнего Египта, Древней Греции, государства инков. Например, знатные инки еще 2000 лет назад сверлили каналы в зубах с помощью острых и прочных минералов и украшали зубы инкрустацией из драгоценных камней (рис. 1).

Страдания человека при зубных болях, а также примитивные методы лечения путем удаления больного зуба, существовавшие на Руси к началу прошлого века, красочно описал великий русский писатель (и врач по профессии) А. П. Чехов в своих рассказах «Лошадиная фамилия» и «Хирургия» с присутствием ему



Рис. 1. Найденные лицевые кости древнего инка с зубами, украшенными драгоценными камнями

тонким юмором и знанием дела. Многочисленные картины художников, показывающие трогательные моменты лечения, являются яркими свидетельствами переживаний больных и квалификации дантистов прошлого (древние дантисты по основному занятию, как правило, были брадобреями и цирюльниками; рис. 2, 3).

В последние несколько десятилетий технический прогресс затронул и стоматологию. Пожилые люди сейчас имеют уникальную возможность сравнения медицинской техники и технологий лечения зубных болезней, которые существовали в середине прошлого века и которые внедряются в настоящее время. Разница огромная. В кабинете современного врача сейчас можно увидеть не только оборудование механического (удаление, сверление при пломбировании, шлифование, протезирование) и химического (медикаменты) воздействия, но и рентгеновские, лазерные и ультразвуковые приборы. Существенно уменьшились и страдания, которые испытывает пациент во время лечения.

Но разболевшийся зуб вызывает не только болевые ощущения, но и плохое настроение, вызванное косметическими дефектами. Приходится сдерживать свою улыбку. Поэтому на заключительной стадии лечения важными оказы-



Рис. 2. Ян Стен, «Quackdoctor», 1651 г., Королевская галерея «Маурицхёйс», Гаага

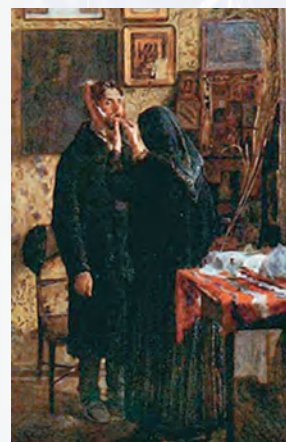


Рис. 3. Вас. Машков, «Зубоврачевание», 1891 г., Государственная Третьяковская галерея, Москва

ваются косметические технологии, которым сейчас уделяется особое внимание. В прошлое уходят металлические протезы. Современная стоматология использует множество новых средств, маскирующих последствия лечения с помощью специальных покрытий и обработки.

Мы расскажем о новых технологиях, которые основаны на применении газоразрядной плазмы. Плазменные методы лечения только-только начинают проникать в современные стоматологические клиники, но скоро и они станут такими же привычными, как и традиционные методы.

Сейчас, когда на дворе XXI век, уже никому не надо объяснять, что такое плазма, как она выглядит и зачем нужна. Многие имеют у себя дома сразу несколько плазменных приборов — искровую зажигалку для газовой плиты, телевизор с плазменным экраном, энергосберегающие лампы освещения, пришедшие на смену лампам накаливания. И на улице плазма не редкость. Проходя мимо стройплощадки, часто можно увидеть яркое свечение сварочной дуги. А вечером на городских улицах в специальных лампах на основе тлеющего разряда зажигается разноцветное множество рекламных огней. Приведенные примеры не исчерпывают собой все разнообразие приборов, установок и устройств, генерирующих плазму и использующих ее уникальные свойства. Среди них, например, ракетные плазменные двигатели, установки термоядерного синтеза, генераторы частиц и излучений.

С применением плазмы в стоматологии мы впервые познакомились в 1980-х гг. во время работы на установке «Булат», созданной для плазменного нанесения покрытий (рис. 4). В вакуумной камере установки на титановом катоде генерировалась дуга постоянного тока в атмосфере азота низкого давления. Плазма дуги, попадая на подложку, наносила на стальные инструменты тончайшее покрытие из нитрида титана. Процедура обработки длилась около получаса. Обработанные изделия при этом приобретали золотистый цвет, становились более прочными и износостойчивыми. Очень показательными для нас оказались попытки процарапать напильником с мелкой насечкой обработанную поверхность изделия: напильник просто проскальзывал вдоль обработанной поверхности, не оставляя царапин.

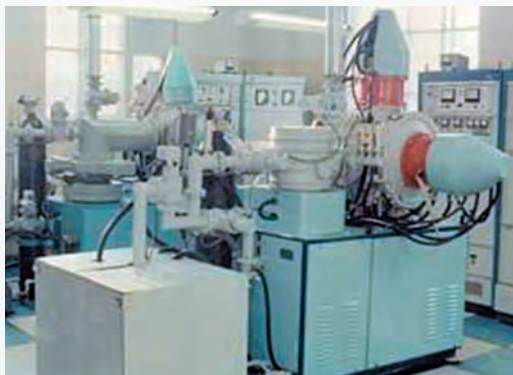


Рис. 4. Фотография установки «Булат» нового поколения



Рис. 5. Стальные коронки с напыленным нитридом титана «под золото»

На «Булате» в те годы делали покрытия из нитрида титана не только режущих инструментов — резцов, сверел, ножей, но и зубных протезов, коронок и мостов. Внешне протезы не отличались от золотых коронок (рис. 5), но были намного прочнее и долговечнее. Подозреваем, что некоторые пожилые люди, которые протезировались в те годы в клиниках СССР, до сих пор используют стальные протезы, обработанные на «Булате».

В последние несколько лет разработаны и активно внедряются в медицинскую практику новые плазменные генераторы (рис. 6). Как правило, такая плазма получается в газоразрядных приборах постоянного тока, аналогичных по конструкции и принципу действия приборам плазменной резки и сварки металлов: истекающий из баллона специальный газ ионизуется внутри сопла с помощью разряда высокого напряжения и уже в виде тонкой плазменной струи выходит в окружающее пространство.



Рис. 6. Генератор плазменной струи и положение руки оператора во время процедуры



Рис. 7. Фотография игольчатой плазменной струи

Струи имеют диаметр от десятых долей до нескольких миллиметров, а длину — до нескольких сантиметров (рис. 7). Из-за своих размеров подобные плазменные струи получили название игольчатых.

Температура плазмы в струе может быть такова, что непосредственный контакт струи с поверхностью организма (кожей, слизистой оболочкой, костной и мышечной тканью и др.) не вызывает ожогов и другой деструкции (рис. 8). Вместе с тем электронная температура может составлять несколько десятков тысяч градусов. Такие струи, не вызывающие разрушение поверхности обрабатываемого тела, называют низкоэнтальпийными струями.

Уникальность такой низкотемпературной и низкоэнтальпийной плазменной струи заключается в комплексном воздействии частиц плазмы (электронов, ионов используемого ионизованного газа, нейтралов, в том числе и возбужденных, фотонов ультрафиолетового излучения) на поверхность организма, которая позволяет заранее оптимизировать это воздействие за счет изменения скорости истечения струи, напряжения разряда и сорта газов. А особенности механики ионизованного газа таковы, что позволяют доставлять плазму в самые труднодоступные полости по длинному искривленному каналу (рис. 9).

Во многих лабораториях мира, в которых исследовалось воздействие низкотемператур-



Рис. 8. Безожоговое взаимодействие плазмы с кожей

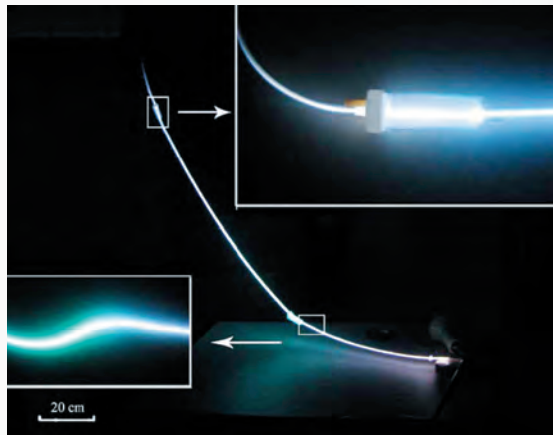


Рис. 9. Распространение плазмы по искривленному каналу длиной 1,6 м с расходом газа 7 л/мин к труднодоступному месту

ной плазмы на различные материалы, обратили внимание на бактерицидное действие плазмы. Стерилизующий эффект при обработке поверхностей низкотемпературной плазмой тлеющего разряда постоянного тока изучался и в РФЯЦ-ВНИИЭФ в 1990-х гг. Сейчас этими результатами уже пользуются в передовых клиниках Европы и США (медицинские инструменты, зонды и протезы стерилизуют там именно с помощью плазмы).

А как обычно дезинфицируют зубной канал перед пломбированием? Как правило, врач предлагает просто прополоскать полость рта раствором марганцовки. Насколько это надежно? Раствор вследствие своей вязкости не всегда может достичь дна канала. Последствия такой ненадежной обработки могут оказаться весьма плачевными, приводящими к повторному вскрытию канала и дополнительному лечению. Надо ли объяснять, что такой метод обработки зубного канала скоро будет дополнен иными, более эффективными и надежными методами?

В недавних работах китайских специалистов было показано, что игольчатые струи плазмы являются очень удобным и эффективным инструментами для стерилизации зубных каналов. На рис. 10 показано, как происходит плазменная обработка канала. Поскольку плазменная струя представляет собой газоподобное течение, то плазма и ее ультрафиолетовое излучение могут достичь любой точки на поверхности канала. Возвратное истечение газа из канала уносит при этом отдельные микрочастицы, которые остаются при сверлении.

В 2010 г. специалисты фирмы «Плазма-Джет» (Лейпциг, Германия) опубликовали результаты испытаний новой технологии лечения кариеса с помощью плазмы: плазменной струей обрабатывают кариозную поверхность, убивая бактерии и сразу же стерилизуя полость, при этом поверхность зуба остается целой. После такой процедуры поверхность можно обработать медикаментами, которые проникнут в ткань зуба. Тем самым технология лечения кариеса поднимается на совер-

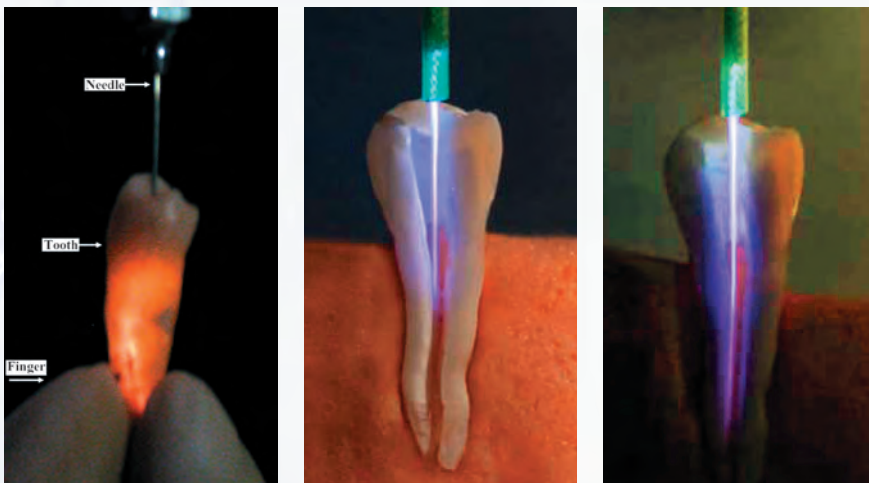


Рис. 10. Обработка плазменной струей зубного канала

шено другой уровень, так как при помощи новой техники лечение становится менее болезненным, эффективным, а вызывающие страх бор-машины уйдут в прошлое.

Другое применение плазмы в стоматологии связано с косметическими процедурами. Известно, что у заядлых курильщиков, у любителей кофе или красного вина зубная эмаль может покрываться темным специфическим налетом, от которого не спасает зубная щетка. Как обнаружилось, при продолжительном, в течение нескольких десятков минут, воздействии плазмы на зубную эмаль наблюдается эффект отбеливания. На рис. 11 показана фотография процесса воздействия многоканального искрового разряда на зубную поверхность, которая была сдела-

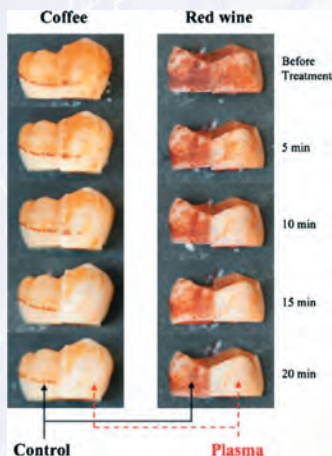


Рис. 12. Сравнение результатов исследований качества плазменной очистки зубной эмали на правой части зуба в зависимости от длительности процедуры

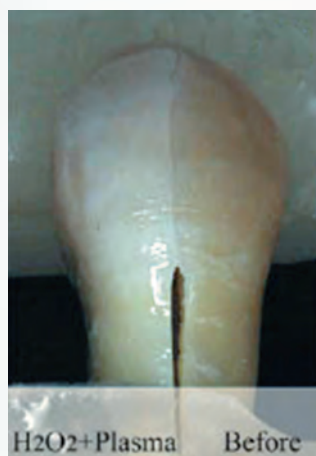


Рис. 13. Результаты очистки эмали перекисью водорода и последующего плазменного отбеливания



Рис. 11. Отбеливание зубной эмали многоканальным искровым разрядом

на исследователями из Словакии. Такая процедура происходит без нагрева поверхности и практически безболезненна.

На рис. 12 представлены результаты очистки эмали от кофейного и винного налета, а на рис. 13 результаты отбеливания, полученные корейскими учеными.

Таким образом, низкоэнтальпийные струи низкотемпературной плазмы представляют собой новый и весьма эффективный инструмент в стоматологии. Следует добавить, что в литературе описано множество примеров успешного использования подобных струй и при лечении других заболеваний, например, кожных. Кроме того, в других режимах, когда плазма становится термической, струя может работать как острый скальпель, позволяющий одновременно осуществлять хирургические операции (резекция, отслаивание и др.) и коагуляцию крови с образованием однородного и гладкого коагуляционного струпа. Такие технологии могут применяться, например, в лор-хирургии (тонзилэктомия, аденотомия и др.), косметической медицине (удаление татуировок).

Очевидно, что разработка нового плазменного оборудования и методов его использования в медицине — достойное направление для творчества ученых-физиков, работающих в области физики плазмы.

ДУБИНОВ Александр Евгеньевич —
заместитель директора НТЦФ
РФЯЦ-ВНИИЭФ, доктор физ.-мат. наук
ДУБИНОВА Ирина Дмитриевна —
сотрудница СарФТИ