

генерирует излучение на 2 длинах волн: 510 и 578 нм. Оба лазера относятся к классу газовых лазеров на парах металлов, имеют схожее распределение мощности в сечении пучка, могут генерировать излучение на одной частоте – 17 кГц, и имеют расходимость излучения, близкую к дифракционной. Силикатное стекло является прозрачной средой для излучения CuBr лазера, а тонкая подложка кремния пропускает около 50% излучения Sg лазера, таким образом, при воздействии излучения на подложки стекло-кремний нагреваться в первую очередь будут места их стыков. Причем, для соединения подложек, не обязательно, чтобы и кремний и стекло достигали температуры плавления, которые сильно отличаются друг от друга.

После соединения подложек, происходила операция разделения, в месте сварки. Как показал эксперимент, прочность сварного шва на растяжение оказалась выше прочности кремния, так как разрыв происходил не в месте стыка двух подложек, а в подложке кремния.

В результате проведенных экспериментов была выявлена возможность соединения тонких подложек стекла и кремния при помощи лазерного излучения, а учитывая рост рынка микроэлектроники и тенденцию к миниатюризации данных устройств, сварка подложек стекло-кремний является одним из самых перспективных применений Sg лазера. Помимо сварки подложек стекло-кремний, теоретически возможно выполнять сварку подложек стекло-германий, так как германий имеет схожие термические свойства с кремнием, такие как коэффициент линейного температурного расширения и температуру плавления.

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ИНФРАКРАСНЫХ ЛАЗЕРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПРИ АБЛЯЦИИ КОСТИ

*В.Е. Прокопьев, А.Н. Солдатов, Ю.П. Полунин, А.С. Шумейко, А.В. Васильева,
В.Ю. Юрин
(Томск)*

Любое медицинское применение лазеров основано на компромиссе между эффективностью лазерной медицинской процедуры и сопутствующими нежелательными эффектами лазерного воздействия. Все процессы лазерного воздействия зависят как от опτικο- спектроскопических характеристик биологических тканей, так и параметров лазерного излучения, например, от его длины волны и энергии импульса. Действительно, прецизионное удаление ткани с минимальным термическим повреждением окружающих областей требует высокого поглощения лазерной энергии, т.е. создания тонкого поглощающего слоя на облучаемой поверхности. В частности, глубина проникновения лазерного излучения с длиной волны порядка нескольких микрон, сравнима с размером клетки. Большая глубина проникновения увеличивает число повреждаемых клеток в результате их термического нагрева и незначительному выносу вещества, в то время как меньшая глубина проникновения приводит к взрывному термическому нагреву и быстрому удалению биологического материала поверхности. В результате фотоабляции биологической ткани в ней может

возникнуть лазерная плазма, которая служит удобным объектом для спектроскопического определения микроэлементного состава биологических тканей методом лазерного эмиссионного микроспектрального анализа (ЛЭМА). Этот метод анализа материалов характеризуется высокой точностью локального анализа, воспроизводимостью, высокой экспрессностью, малоинвазивностью.

В настоящей работе экспериментально исследуется элементный состав кости методом ЛЭМА при его облучении лазерами, работающими на электронных переходах атома и иона стронция с энергией в импульсе 0,5 мДж и частотой следования до 10 кГц и Nd:YAG лазером с длиной волны 1,064 мкм и энергией в импульсе от единиц мДж до 100 мДж. Для регистрации спектров использовались спектроанализаторы OceanOptics HR4000 позволяющими анализировать обзорные спектры элементов в диапазоне 200 - 1200 нм, так и спектры высокого разрешения в диапазоне 250 - 430 нм. Последнее позволяет более точно определить элементный состав.

Проводился микроспектральный анализ различных участков и тканей кости. Определены более 15 химических элементов: основными из которых являются P, Ca, Mg, Fe, Cu, Na, K, Mn, Si, Sr, Zn а также C, O, N. Проведено сравнение химического состава кости полученного указанным способом и методом дугового спектрального анализа.

Полученные результаты позволяют оптимизировать режимы резки различных костей излучением лазера на переходах атома и иона стронция работающего на большом числе переходов, основными из которых являются 6,45 мкм, 3,09 мкм, и т. д. Исследуется возможность диагностики и дифференциации патологий костей по элементному составу тканей в локальных точках отбора пробы *in vivo*.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТОЛКНОВИТЕЛЬНЫХ ЛАЗЕРОВ НА ПАРАХМЕТАЛЛОВ С ОПТИЧЕСКОЙ НАКАЧКОЙ

*А.Н. Солдатов, В.Е. Прокопьев
(Томск)*

Все имеющиеся публикации по исследованию газоразрядных лазеров на атомах и атомарных ионах говорят об их малых КПД и низких удельных энергетических характеристик. Однако такие фундаментальные преимущества газовых лазеров по сравнению с твердотельными и полупроводниковыми лазерами, как большие рабочие объёмы активной среды при их высокой степени однородности; высокая спектральная яркость; стабильное положение лазерных линий в шкале частот; предельно низкая расходимость лазерного излучения позволяют надеяться, что если будет существенно повышен КПД газовых лазеров, то такие устройства найдут практические применения.

Проведённый в работе обзор литературы показывает, что основной причиной низкого КПД и выходной мощности столкновительных газоразрядных лазеров являются принципиальные недостатки неселективного возбуждения верхнего лазерного уровня электронами и тушения нижнего лазерного уровня в газовом разряде.