

высокоэнергетическим линейным ускорителем Elekta Synergy с модуляцией интенсивности и расширенным визуальным контролем (диапазон энергий для фотонов 6 МэВ, 10 МэВ, 15 МэВ) [1]. Трехмерное планирование позволяет выделить объемное изображение на основе имитационного подхода для определения опухоли [2]. За счет сложной мультилепестковой системы коллиматора на линейном ускорителе имеется возможность обезопасить критические органы и получить более точное формирование распределения доз.

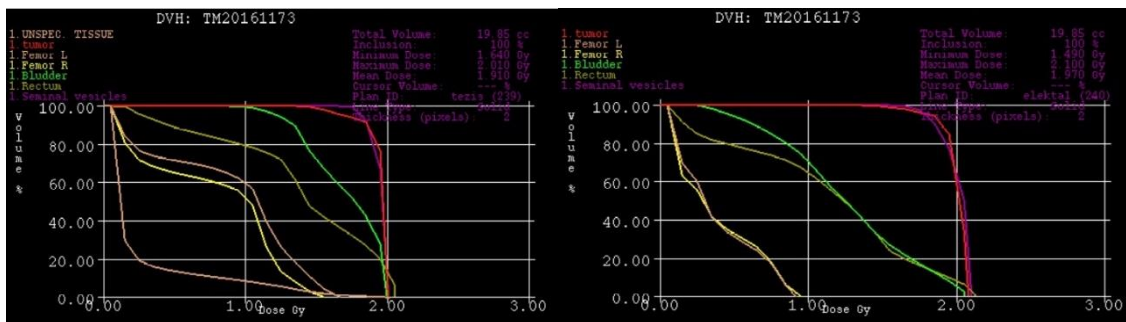


Рисунок 1. Гистограммы доза-объем. Слева – на аппарате Theratron Equinox, справа - Elekta Synergy.

По данным гистограммы наглядно видно, что при использовании методик трехмерного конформного облучения возможно гораздо лучше сохранить критические органы (например, головки бедренных суставов, мочевого пузыря) не достигая толерантных уровней.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический паспорт / Паспорт - Система радиотерапевтическая медицинская Elekta с принадлежностями. - 94 4450 изд. - с. 28.
2. Levitt S.H., Purdy J.A., Perez C.A., Vijayakumar S. Technical Basis of Radiation Therapy, Practical Clinical Applications. - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Printed in Germany, 2006 – 854 p.

### ОСАЖДЕНИЕ ПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ОЛОВА

В.С. Теменков, С.П. Умнов, О.Х. Асаинов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [usp@tpu.ru](mailto:usp@tpu.ru)

Оксид олова относится к классу прозрачных электропроводящих оксидов (ТСО). ТСО пленки имеют широкое применение в различных областях промышленности - электроды для дисплеев, солнечные батареи, фотоэлектронные устройства, сенсорные панели и др. В настоящее время наиболее широко применяются ТСО пленки на основе индия – оловянного оксида (ИТО), поскольку они обладают лучшими характеристиками (прозрачность, электропроводность). Из-за высокой стоимости индия и ограниченного содержания его в природе в настоящее время ведется поиск альтернативных ТСО. Одним из перспективных ТСО на наш взгляд является оксид олова.

Тонкие пленки оксида олова были осаждены на стеклянные подложки при комнатной температуре с помощью реактивного магнетронного распыления. Осаждение осуществлялось в двух режимах. В одном случае пленки были низкоомные, а в другом – высокоомные (диэлектрические). После осаждения пленки подвергались облучению пучком ионов аргона. Было изучено изменение оптических и электрических свойств пленок в зависимости от времени облучения. Оптические свойства пленок были исследованы с помощью фотометрии.

Взаимодействие ионного пучка с низкоомными пленками приводит к увеличению их электрического сопротивления. При взаимодействии же с высокоомными (диэлектрическими) пленками изменение сопротивления носит переменный характер с наличием экстремума в зависимости от времени воздействия пучка. На рисунке 1 приведены результаты изменения электрического сопротивления в зависимости от времени облучения для пленок (низко - и высокоомной) толщиной  $\sim 70$  нм.

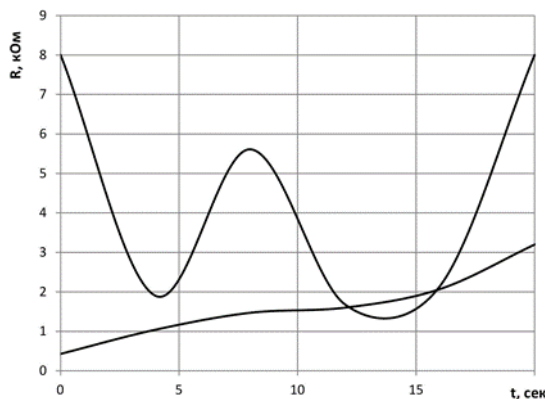


Рисунок 1. Изменение  $R_{sq}$  пленок от времени облучения

Пропускание пленок после взаимодействия с ионным пучком имеет общую тенденцию к возрастанию как для низкоомных, так и для высокоомных пленок.

Проведенные исследования показали, что пленки оксида олова могут использоваться в некоторых практических применениях вместо индий-оловянных оксидных покрытий. Облучение ионами аргона уже осажденных пленок позволяет корректировать их оптические и электрические характеристики. Что является важным обстоятельством при производстве изделий с покрытиями из TCO пленок.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ФАНТОМА SP34 В СРЕДНЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ РЕНТГЕНОВСКОМ ДИАПАЗОНЕ**

О. В. Тхорик, [Е.С. Сухих](#)

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [oxana.tkhorik@gmail.com](mailto:oxana.tkhorik@gmail.com)

В настоящее время широко используются два вида тканезквивалентных фантомов: твердотельный и водный. Вода является "золотым стандартом" согласно рекомендациям МАГАТЭ, в качестве среды для измерений поглощенной дозы, как для фотонных, так и для электронных пучков, поскольку вода обладает максимально схожими с человеческими тканями характеристиками. Однако с практической точки зрения водный фантом не всегда является удобным в применении, поскольку требует большого времени подготовки к работе. Выходом в такой ситуации может стать использование твердотельного фантома вместе с коэффициентами, которые учитывают разницу между электронной и физической плотностью материала относительно дистиллированной воды.

Целью данной работы является экспериментальное подтверждение возможности использования твердотельного тканезквивалентного фантома в среднеэнергетическом рентгеновском диапазоне фотонного излучения (напряжение трубки 100-300 кВ). Поскольку по данным производителя подобный материал фантом

может использоваться для абсолютной и относительной дозиметрии в диапазоне энергий фотонного излучения от 1,25 МэВ до 50 МэВ и электронного излучения от 4 МэВ до 50 МэВ.

Измерения поглощенной дозы проводилось как в водном фантоме, так и в твердотельном фантоме при одинаковом расстоянии источник – поверхность для всех возможных размеров полей. Глубина измерения в водном фантоме составила 2 см, которая далее была пересчитана для измерения в твердотельном фантоме с учетом плотности материала. Ионизационная камера облучалась при напряжении трубки: 100, 120, 150, 180, 200, 250, 300 кВ.

Рассчитав данные измерений получили, что значения поглощенной дозы в твердотельном и водном фантомах отличаются незначительно (менее чем на 3%).

На основе этого можно сделать вывод о том, что твердотельный тканеэквивалентный фантом можно применять для измерения поглощенной дозы от фотонного излучения среднеэнергетического рентгеновского диапазона.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МАГТЭ Определение поглощенной дозы при дистанционной лучевой терапии: международные практические рекомендации по дозиметрии, основанные на эталонах единицы поглощенной дозы в воде // Серия технических докладов №398. – Вена, 2004
2. CPCE[Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.cpce.ru/водный\\_фантом\\_41023](http://www.cpce.ru/водный_фантом_41023).
3. Instruction Manual RW3Slab Phantom T29672 and T40006.1001

## МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО АЛЮМИНИЯ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ

А.Р. Шамиева, О.С. Толкачев, Е.А. Петрикова, Ю.Ф. Иванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [shamieva\\_nastya@mail.ru](mailto:shamieva_nastya@mail.ru)

Комбинированные технологии модифицирования поверхности металлов и сплавов, сочетающие несколько взаимодополняющих методов воздействия, получили широкое развитие в последние десятилетия. К наиболее перспективным из них следует отнести электронно-ионно-плазменные технологии, сочетающие воздействие различных виды концентрированных потоков энергии (потоки плазмы, электронные и ионные пучки, и т.д.) [1].

Целью настоящей работы является анализ структуры и свойств технически чистого алюминия, подвергнутого комбинированной обработке, включающей электронно-пучковый миксинг системы пленка/подложка и насыщение поверхностного слоя материала азотом.

В качестве модифицируемого материала использовали технически чистый алюминий марки А7. Комбинированная обработка алюминия заключалась в следующем. На первом этапе на поверхность алюминия напыляли пленку сплава 12Х18Н10Т толщиной 0,5 мкм на установке ионно-плазменного напыления «Квинта». На втором этапе сформированную таким образом систему «пленка (сплав 12Х18Н10Т) / (А7) подложка» облучали интенсивным импульсным электронным пучком на установке «СОЛО». На заключительном этапе осуществляли азотирование модифицированной поверхности алюминия на установке ННВ-6.6-И1, оснащенной плазмогенератором ПИНК. Длительность азотирования – 8 час. при температуре 540 °С.