

ратуре 55-60°C на 1,5 часа, во второй парафин на 1 час при той же температуре. После этого производят заливку в парафиновые блоки и их резку на микротоме по стандартной методике. В качестве парафина для заливки применяется смесь следующего состава: парафин со средней точкой плавления (~55°C) 8 частей, воск пчелиный 2 части. Данную смесь следует использовать в 20-ти кратном объеме по отношению к объему образца и менять через 5-7 циклов проводки. Остальные реактивы берутся в 10-ти кратном отношении к объему образца. Дальнейшая обработка производится по стандартной методике. Наиболее приемлема окраска гематоксилин-эозином.

К преимуществам данной методики следует отнести хорошую пропитку и резку образцов, быстроту выполнения. К недостаткам – относительное сморщивание образца в ацетоне. Методика может с успехом применяться в повседневной практике для исследования биоптатов и материалов аутопсии, а также в научно-исследовательской работе.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОБЛЕМЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ДИЭЛЕКТРИКА

Овчинникова Е.В.

*Рязанский военный автомобильный институт,  
Рязань*

Процесс формирования покрытий в электрическом поле методом электрофореза получил достаточно широкое применение, в частности, используется как один из способов нанесения диэлектрика при производстве элементов РЭА. Одним их показателей качества диэлектрических пленок является их равномерность.

Элементы, на которые наносится диэлектрическое покрытие, имеют сложную форму и конечные размеры, что вызывает неравномерность напряженности электрического поля. В результате осаждаемое диэлектрическое покрытие получается неравномерным по толщине. Для тонких пленок, когда 10% разницы в толщине составляют десятые доли микрометра, актуальной становится задача теоретического исследования влияния формы электродов на качество покрытий.

В электрохимических методах нанесения покрытий различают действия первичного и вторичного электрических полей. Первичное поле описывается уравнениями Пуассона или Лапласа, зависит от геометрических параметров системы электродов и оказывает основное влияние на разницу в толщине. Действие вторичного тока обусловлено электрохимическими параметрами рабочей среды.

Исследование распределения первичного электрического поля и его влияния на равномерность получаемых тонкопленочных покрытий проведено для системы электродов, имеющих гребенчатую форму и применяемой при производстве стеклокерамических конденсаторов. Схема расположения электродов исследуемой системы – катод между двумя анодами.

Форма зубца гребенки приведена на рисунке 1.

При отсутствии в рассматриваемой системе свободных объемных зарядов распределение потенциального электрического поля подчиняется уравнению Лапласа:

$$\nabla^2 \varphi(r) = 0, \quad (1)$$

где  $\varphi(r)$  – функция потенциала в трехмерном евклидовом пространстве ( $r \equiv (x, y, z)$ ). Уравнение Лапласа в дифференциальной форме:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0. \quad (2)$$

Решение уравнения Лапласа в частных производных найдено с использованием метода конечных разностей. Суть данного метода состоит в том, что совокупность значений потенциала поля находится путем замены одного описывающего поле дифференциального уравнения системой простых линейных уравнений в конечных разностях. Эти уравнения связывают значение потенциала в каждой точке со значениями потенциала в соседних точках. Разностный эквивалент уравнения Лапласа имеет вид:

$$\varphi_{i+1,k,l} + \varphi_{i,k,l+1} + \varphi_{i,k,l-1} + \varphi_{i-1,k,l} + \varphi_{i,k-1,l} + \varphi_{i,k,l-1} - 6\varphi_{i,k,l} = 0. \quad (3)$$

Граничные значения потенциального поля были определены из условия симметрии элементов электродной системы и равномерного распределения потенциала между электродами в местах, значительно удаленных от краев [5].

Таким образом, математическая модель рассматриваемой системы имеет вид:

$$[A] \cdot \Phi = B, \quad (4)$$

где  $[A]$  – матрица размером  $n \times n$ , составленная из коэффициентов при неизвестных, при этом номер строки матрицы соответствует номеру узловой точки;  $n$  – количество узловых точек системы, в которых определяется значение потенциала;  $\Phi$  – вектор решения;  $B$  – вектор свободных членов, заданных исходя из граничных условий.

Программная реализация модели осуществлена в системе программирования Delphi 5.0.

С использованием разработанной математической модели проведено исследование потенциального поля вблизи поверхности катода. В результате проведенных расчетов для исследуемой системы электродов было установлено:

- 1) максимальный разброс был определен в сечении 1-10 и 3-12 (рисунок 1);
- 2) неравномерность поля можно уменьшить изменением соотношения геометрических параметров системы электродов;
- 3) значительное увеличение межэлектродного расстояния  $h$  приведет к уменьшению напряженности поля в области катода и снижению производительности технологической операции.

Для установления близости модели реальному объекту (установление адекватности модели) поставлена серия опытов. Для оценки дисперсии воспроизводимости поставлена отдельная серия опытов. В качестве критерия оценки модели был использован ко-

коэффициент неоднородности поля, под которым понимают отношение максимальной напряженности в промежутке к средней напряженности:

$$f = \frac{E_{\max}}{E_{\text{ср}}} \quad (5)$$

В качестве критерия оценки реального объекта был принят коэффициент неравномерности толщины

тонкой пленки, под которым понимают отношение максимальной толщины пленки в рассматриваемом сечении к ее среднему значению:

$$f' = \frac{\delta_{\max}}{\delta_{\text{ср}}} \quad (6)$$

Замер толщины пленки проводился в характерных точках зубца гребенчатого электрода (рисунок 1).

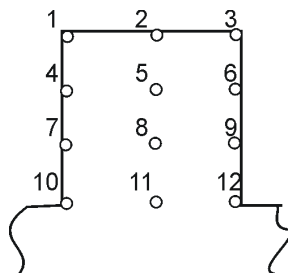


Рисунок 1. Схема расположения электродов исследуемой системы

Расчетные значения неоднородности поля и соответствующие им значения неравномерности толщины на основе экспериментальных измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Кэф-т неоднородности	Сечение				
	1-3	2-11	1-10	3-12	10-12
$f_{\text{расч. поля}}$	1,07	1,12	1,16	1,16	1,02
$f_{\text{эсп. пленки}}$	1,06	1,21	1,29	1,28	1,04

Из приведенных данных видно, что неравномерность толщины наносимого покрытия соответствует расчетной неоднородности потенциального поля у поверхности заготовки электродов. Это позволяет сделать вывод о целесообразности использования предложенной модели для исследования потенциального поля и оценки такого качественного показателя как равномерность при формировании тонкопленочных диэлектриков методом электрофореза.

#### ЗНАЧЕНИЕ АПОПТОЗА ЛЕЙКОЦИТОВ В ИММУНОПАТОГЕНЕЗЕ ПАРОДОНТИТА

Парахонский А.П., Шмалько Н.М., Цыганок С.С.

*Кубанский медицинский университет,*

*Медицинский центр «Здоровье»,*

*Краснодар*

Воспалительные медиаторы представляют собой центральное звено в патогенезе заболеваний пародонта. В гингивальной кревикулярной жидкости при воспалительных процессах десен усиливается секреция интерлейкинов (ИЛ) 1 и 6, и трансформирующего фактора роста (ТФР), которые усиливают некроз эпителиальных клеток, фибробластов и других элементов соединительной ткани. Антагонисты ИЛ-1 и фактора некроза опухолей (ФНО) ингибируют прогрессирование пародонтита, а тяжесть заболевания зависит от генетического полиморфизма воспалительных медиаторов. Предполагается, что в индукции и пролонгации

воспалительных процессов в деснах лежит дисфункция иммунной системы (ИС), приводящая к увеличению количества циркулирующих лейкоцитов, уровень которых повышается в результате снижения их апоптоза. Активация инфильтрированных иммунных элементов, атакующих пародонтальную ткань, и пролонгирование их жизненного цикла, могут лежать в основе патогенеза пародонтитов.

Целью настоящего исследования являлось выяснение характера иммунопато-генетических нарушений при пародонтитах и выявление связи между апоптозом лейкоцитов с Т-хелперными ответами ИС. Наблюдения были проведены на 39 больных пародонтитом в группах с лёгкой и тяжёлой формой заболевания. Контрольную группу составляли пациенты без симптомов пародонтита. В воспалительном экссудате из кревикулярной полости определяли количество оксида азота (NO), ИЛ-4,6, интерферона (ИФН) и цитохрома С. NO определяли с помощью реагента Грисса, а цитокины стандартным иммуноферментным набором. Установлено, что концентрация NO у больных пародонтитом выше по сравнению с контрольными показателями и нарастает по мере тяжести заболевания. Так, например, при легких формах болезни количество этого соединения равняется  $3,64 \pm 0,82$  мкмоль/л, тогда как при более тяжелых формах концентрация NO повышается до  $6,89 \pm 1,13$  мкмоль/л, что свидетельствует об усилении инфильтрации лейкоцитов в зоне кревикулярной полости. При анализе основного маркера апоптоза клеток - цитохрома С -