

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра оптики и биофотоники

**Исследование скорости диффузии цементной пыли в роговице
глаза**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 434 группы
направления (специальности) 03.03.02 «Физика»
Физического факультета
Поповой Дарьи Валерьевны

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н.

А.Н.Башкатов

Зав. кафедрой

профессор, д.ф.-м.н.

В.В.Тучин

Саратов 2016

Введение

Актуальность проблемы. Условия труда работников, занятых в цементной промышленности, характеризуются сочетанием ряда неблагоприятных профессионально-производственных факторов. Одним из ведущих является запыленность окружающего атмосферного воздуха. Содержание цементной пыли в воздухе рабочей зоны превышает ПДК более чем в два раза, что обуславливает доминирование патологий переднего отрезка глаза у работников цементного производства. Поэтому актуальным является изучение особенностей воздействия цементной пыли на структуру роговицы и разработка способов защиты глаза от этого влияния.

Целью работы является исследование скорости диффузии цементной пыли в роговице глаза.

Характеристика материалов исследования. Исследования были выполнены на цельных глазах белых аутбрендных кроликов методами оптической когерентной томографии.

Структура и объем работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, основной части, состоящей из 5 глав, заключения и списка используемой литературы. Всего в работе 41 страница.

Основное содержание работы

Во **введении**, которое является **первой** главой работы, обоснована актуальность проблемы, практическая значимость и сформулированы цели работы.

Во **второй главе** представлено подробное описание структуры и оптических свойств роговицы.

Подробно описана структура роговицы по слоям: эпителий, строма и эндотелий. Выявлены отличительные структуры каждого слоя и зависимость оптических свойств роговицы от структуры.

В **третьей главе** работы рассмотрен принцип работы ОКТ. Оптическая когерентная томография (ОКТ) биотканей основана на одномерной методике

оптической когерентной рефлектометрии, известной также как оптическая низкокогерентная рефлектометрия, поэтому ОКТ сигнал несет информацию о распределении в биоткани фотонов, рассеянных назад. Подробно описана схема работы ОКТ. Сигнал представляет собой зависимость отражательной способности объекта $R(z)$ от глубины зондирования z . В свою очередь $R(z)$ зависит от полного коэффициента ослабления $\mu_t = \mu_a + \mu_s$, где μ_a - коэффициент поглощения, μ_s - коэффициент рассеяния. В рамках модели однократного рассеяния, которая является правомерной для оптических толщин менее 4, отраженный сигнал может быть описан сравнительно простым соотношением [1]:

$$R(z) = P_0 \alpha(z) \exp(-\mu_t z),$$

где P_0 — оптическая мощность в пучке, падающем на поверхность ткани. Величина $\alpha(z)$ определяется локальным показателем преломления и локальной способностью образца отражать (рассеивать) свет назад. Если предположить, что величина $\alpha(z)$ сохраняется постоянной в пределах некоторого интервала значений глубины Δz , то μ_t можно получить теоретически из измерений отражательной способности на двух различных глубинах z_1 и z_2 в пределах этого интервала [2]:

$$\frac{z \ln \left(\frac{R(z_1)}{R(z_2)} \right)}{R(z_2)}$$

где $z = |z_1 - z_2|$.

В четвертой главе рассмотрен транспорт веществ через роговицу. Эпителий представляет собой барьер для гидрофильных веществ. Строма в свою очередь наоборот является препятствием для липофильных соединений. Эндотелий роговицы защищает строму от водянистой влаги. Так же представлены математические модели, для определения проницаемости роговицы для различных препаратов [3]. Было описано два пути по которым вещество проникает в роговицу: парацеллюлярный и трансцеллюлярный. В силу этого можно рассчитать общую проницаемость в пределе одного слоя

роговицы является суммой проницаемостей этих двух путей, которые идут параллельно [4]:

$$K_{gen} = k_t + k_p$$

где, k_t - проницаемость 2 пути, а k_p - первого.

Зная проницаемость каждого слоя можно найти проницаемость всей роговицы[4]:

где, k_{cornea} проницаемость роговицы, k_{epi} , k_{stroma} , k_{endo} проницаемости эпителия, стромы и эндотелия.

В главе описаны различные методы для нахождения коэффициента диффузии.

Представлены литературные данные проницаемости роговицы и коэффициента диффузии для больших молекул. В таблице 1 приведены некоторые литературные данные по проницаемости различных тканей роговицы для различных препаратов[5,6].

Таблица 1.

Название соединения	Молекулярный вес, M_r , (Da)	Гидродинамический радиус, Å	Проницаемость, см/с
Данные для стромы роговицы			
IgG	140000	50	8.0E-9
гемоглобин	64500	31	5.7E-7
сыворотка альбумина	65000	35	1.4E-7
инулин	5000	14	5.5E-7
Данные для эндотелия роговицы			
poly(vinylpyrrolidone)	45000	50	3.8E-7
декстран	16000	34	7.5E-7

декстран	75000	66	1.1E-7
сыворотка альбумина	65000	35	8,9E-9

В **пятой главе** представлены материалы и методы используемые в данной работе. В качестве образцов исследования служили роговицы глаз кроликов, выращенных в естественных условиях. Все объекты исследования были не старше 1 года. Измерения были выполнены с помощью ОКТ системы OCP930SR 022 (Thorlabs, США) с рабочей длиной волны 930 ± 5 нм и шириной полосы на полувысоте пика излучения 100 ± 5 нм. В экспериментах использовали растворы цемента различных концентраций (1-3%), для получения которых использовали смесь физиологического раствора и цемента. Все измерения длились не более 40 минут, в каждом из которых полученный раствор каждые 2 минуты наносился на роговицу глаза.

Представлен алгоритм выполнения экспериментов. Подробно разобраны все шесть серий экспериментов по измерению коэффициента ослабления.

Шестая глава посвящена обобщению полученных результатов, а так же их обсуждению. Приводятся данные по толщине роговицы до и после экспериментов, зависимости коэффициента ослабления от времени.

Таблица 2 - толщина роговицы глаза при использовании отфильтрованного цементного раствора:

Концентрация растворенного вещества, %	Оптическая толщина до эксперимента, мкм	Оптическая толщина после эксперимента, мкм	Толщина до эксперимента, мкм	Толщина после эксперимента, мкм
3	792	732	576	532
2	762	711	554	517

Таблица 3 - толщина роговицы глаза при использовании нефильтрованного раствора:

Концентрация растворенного вещества, %	Оптическая толщина до эксперимента, мк	Оптическая толщина после эксперимента, мк	Толщина до эксперимента, мк	Толщина после эксперимента, мк
--	--	---	-----------------------------	--------------------------------

1	852	825	619	600
2	1350	1299	981	944
3	738	729	536	530

Таблица 4 - толщина роговицы глаза при использовании глазных капель:

№ эксперимента	Название капель	Оптическая толщина до эксперимента, мк	Оптическая толщина до эксперимента, мк	Толщина до эксперимента, мк	Толщина после эксперимента, мк
1	Систейн Ультра	870	861	632	626
2	Систейн Ультра	861	813	626	591
3	Систейн Ультра	993	939	722	682
4	Систейн Баланс	804	798	584	580

Таблица 5 - проницаемость роговицы:

Вид вещества	Концентрация, %	$\langle \tau \rangle$, мин
Отфильтрованный раствор цемента	1	1,23
	2	1,56
	3	2,05
Нефильтрованный раствор цемента	1	4,43
	2	3,48
	3	2,89
Систейн Ультра	100	3,11
Систейн Баланс	100	4,6

Из таблицы 5 можно сделать вывод о проницаемости роговицы для отфильтрованного и нефильтрованного раствора.

Таблица 6 – показатель преломления растворов.

Концентрация раствора, %	Коэффициент преломления для не фильтрованного раствора	Коэффициент преломления для отфильтрованного раствора
1	1.3333	1.3331
2	1.3334	1.3335

3	1.3335	1.3334
---	--------	--------

Коэффициент преломления для физиологического раствора 1,333.

В **заключении** приводится перечень основных выводов, полученных в результате проведенных исследований, и кратко суммируются основные результаты, полученные при выполнении данной работы.

Заключение

Полученные данные характеризуют проницаемость роговицы глаза для частиц цементной пыли. Установлена разница между различными концентрациями, а так же видами растворов. Средняя постоянная времени диффузии, характеризующая скорость проникновения цементной пыли для нефильтрованных растворов с концентрациями в 3%, 2% и 1% следующая: 2,89 мин, 3,48 мин, 4,43 мин. Для отфильтрованного раствора: 2,05 мин, 1,56 мин, 1,23 мин. Наблюдается изменение в толщине роговицы, что может свидетельствовать о влиянии раствора цемента на структуру роговицы.

В работе проведено сравнение между собой проницаемости роговицы для глазных капель Систейн Ультра и Систейн Баланс. Выявлено, что скорость проникновения первого выше, чем второго, что, по-видимому, связано с тем, что Систейн Баланс имеет более плотную и вязкую текстуру.

Список литературы:

1. Гладкова Н.Д., Шахова Н.М., Сергеев А.М. Оптическая когерентная томография биотканей. Руководство по оптической когерентной томографии // М.: ФИЗМАТЛИТ. 2007. 296 с.
2. Тучин В.В. Оптика биологических тканей. Методы рассеяния света в медицинской диагностике. М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2012. – 812 с.

3. Аляутдин Р.Н. Иежица И.Н. Агарвал Р. Транспорт лекарственных средств через роговицу глаза: перспективы применения липосомальных лекарственных форм // Вестник офтальмологии.2014.
4. Prausnitz M.R. Predicted Permeability of the Cornea to Topical Drugs // Pharmaceutical Research, Vol. 18, 2001. No. 11.
5. Prausnitz M.R., Noonan J.S. Permeability of Cornea, Sclera, and Conjunctiva: A Literature Analysis for Drug Delivery to the Eye // Journal of Pharmaceutical Sciences, 1998. Vol. 87, No. 12.
6. Edwards A., Prausnitz M.R. Fiber Matrix Model of Sclera and Corneal Stroma for Drug Delivery to the Eye // AIChE Journal, 1998. Vol. 44, No. 1.