

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

Кафедра физики и информационных технологий

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ДИСПЕРСНОСТИ ЧАСТИЦ АЭРОЗОЛЯ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ ИНГАЛЯТОРА
«ВУЛКАН – 1»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 143 группы
направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»,
профиля «Биомедицинская инженерия»,
факультета математики, экономики и информатики
Зарубина Алексея Александровича

Научный руководитель
доцент кафедры ФиИТ _____ В.В.Иванова
(подпись, дата)

Зав. кафедрой ФиИТ.
кандидат педагогических наук,
доцент _____ Е.В.Сухорукова
(подпись, дата)

Балашов 2018

ВВЕДЕНИЕ

Акустические ингаляторы используются для увлажнения кислорода и дыхательных смесей при кислородной терапии и искусственной вентиляции лёгких, в целях профилактики и аэрозольной терапии заболеваний дыхательных путей и лёгких, для распыления местно-обезболивающих средств, стерилизации наркозно – дыхательной аппаратуры и т.д.

От того, каких именно размеров частицы аэрозоля попадут в дыхательную систему, зависит процесс лечения пациента и результат этого лечения.

Наилучший результат наступает при получении организмом частиц размером от 2,5 до 4,0 мкм.

Для того чтобы достичь этого состояния необходимы соответствующие настройки ингалятора.

Этим обосновывается **актуальность** выбранной темы выпускной квалификационной работы «Анализ изменения дисперсности частиц аэрозоля в зависимости от времени работы ингалятора «Вулкан – 1»».

Объектом исследований является ингалятор «Вулкан-1», а **предметом** – поиск функции изменения размеров частиц аэрозоля и границ времени обеспечивающих их наименьший размер.

Цель работы: построение функции изменения размеров частиц аэрозоля под влиянием времени работы ингалятора «Вулкан-1»

Задачи:

1. Изучить физические основы ультразвукового ингалятора, виды ингаляторов и их сравнительные характеристики;
2. Изучить общую характеристику аэрозолей, получаемых в ингаляторе и пути использования аэрозолей в медицине;
3. Построить функции, описывающие изменение размеров частиц аэрозоля от времени работы ингалятора и поиск оптимальных границ времени, обеспечивающих их наименьший размер.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе раскрываются физические основы ультразвукового ингалятора, виды ингаляторов и их сравнительные характеристики, а также принцип работы небулайзеров.

Физическая основа ультразвукового ингалятора — это пьезоэлектрический эффект. При деформации монокристаллов некоторых химических соединений (кварц, титанат бария) под воздействием ультразвуковых волн, на поверхности этих кристаллов возникают противоположные по знаку электрические заряды — прямой пьезоэлектрический эффект.

Ингаляционный путь введения медицинских аэрозолей является наиболее эффективным способом доставки лекарственных препаратов при заболеваниях легких: препарат непосредственно направляется к месту своего действия — в дыхательные пути больного.

Небулайзеры делают возможным проведение ингаляции лекарственного вещества во время спокойного дыхания пациента, решая проблемы координации "больной-ингалятор". Небулайзеры могут быть использованы у наиболее тяжелых больных, не способных применять другие виды ингаляторов, а также у пациентов "крайних" возрастных групп — детей и пожилых.

Ультразвуковой ингалятор "Вулкан 1" предназначен для получения лекарственных аэрозолей, обладающих высокой способностью проникать в легкие. Аэрозольные капли лекарственных растворов величиной 5-10 мкм оказывают высокоэффективное, лечебное воздействие на пораженные болезнью органы. Аппарат бесшумен в работе и прост в обращении.

С его помощью можно легко вводить лекарственные препараты в легкие и дыхательные пути. Наличие реверсивного клапана позволяет предупреждать инфицирование шлангов и аппарата, избегать перенасыщения аэрозолями атмосферы лечебных палат. Аэрозольный тракт легко разбирается, что даёт

возможность обрабатывать мундштук, трубки и клапан дезинфицирующими растворами.

Вторая глава посвящена изучению общей характеристики аэрозолей, применяемых при ингаляциях, порядку подготовки ингалятора «Вулкан-1» к проведению исследований и проведению опыта по изменению дисперсности частиц аэрозоля.

Аэрозоль - двухфазная система, состоящая из газовой (воздушной) дисперсионной среды и взвешенных в ней жидких или твердых частиц. В виде аэрозолей в физиотерапии могут использоваться растворы лекарственных веществ, минеральные воды, фитопрепараты, масла, иногда порошкообразные лекарства. Измельчение (диспергирование) лекарственных

При эксплуатации и ремонте ингалятора руководствуются паспортом и правилами по технике безопасности по защите от поражения электрическим током.

Придерживаясь рекомендаций по эксплуатации ингалятора «Вулкан-1», а также сведений о видах лекарственных аэрозолей был подготовлен и проведен опыт по влиянию времени работы ингалятора на величину частиц аэрозоля.

На первом этапе опыта на предметные стекла тонким слоем наносилось кедровое масло.

После того, как прибор был выведен в рабочий режим, последовательно, через принятые к исследованию промежутки времени частицы аэрозоля в виде тумана оседали на предметные стекла

Для проведения опыта были выбраны следующие промежутки времени: 10, 30, 60, 120, 300 секунд.

Далее при помощи графического редактора GIMP – 2 проводилось измерение осевших частиц, представляемое в пикселях

Для чистоты опыта замеры частиц аэрозоля проводились три раза, а затем вычислялось среднее значение.

В третьей главе приводится построение статистических функций, описывающих изменение дисперсности частиц различных аэрозолей.

Для этого был проведен повтор опыта применительно к реальным аэрозолям, содержащим различные лекарственные вещества – аэрозоль №1 (50% раствор Амбробене) и аэрозоль №2 (30% раствор Каметона).

Для того чтобы было возможным наперед предвидеть значения размеров частиц аэрозолей в зависимости от времени работы прибора, был установлен вид одномерных моделей, описывающих поведение дисперсности этих суспензий.

В качестве фактора, влияющего на изменение дисперсности аэрозолей принималось время работы ингалятора «Вулкан-1».

С учетом предварительных опытов, устанавливающих ориентировочные границы изменения времени работы прибора, к исследованию были приняты более узкие пределы изменения влияющего фактора $t_{MIN} = 10c$ и $t_{MAX} = 90c$ с шагом $\Delta t = 10c$.

С учетом характера изменения исследуемой величины, для получения моделей, описывающих влияние времени t в принятых пределах варьирования к исследованию были взяты три функции.

В качестве таких функций строились три статистические модели:

Для аэрозоля №1, искомые функции были найдены в виде.

$$Y_1 = 8,4806 - 0,0372 \cdot X \text{ – линейная модель,}$$

$$Y_2 = 15,55 - 0,4228 \cdot X + 0,0039 \cdot X^2 \text{ – квадратичная модель,}$$

$$Y_3 = 7,6231 \cdot e^{-0,004X} \text{ – экспоненциальная модель.}$$

Полученные модели являются функциональными зависимостями, описывающими изменение размера частиц аэрозоля в зависимости от времени работы прибора.

Для определения, какая именно из полученных моделей наилучшим образом описывает изменение исследуемой величины, был проведен расчет по этим моделям значений размеров частиц аэрозоля и критерия согласия Пирсона.

В нашем случае все функции хорошо описывают поведение исследуемой величины, однако квадратичная функция описывает этот процесс лучше, так как для нее критерий Пирсона составляет наименьшее значение ($\chi^2 = 0,5363$).

Графическая иллюстрация изменения величины капель аэрозоля для этой функции приведена на рисунке 1.

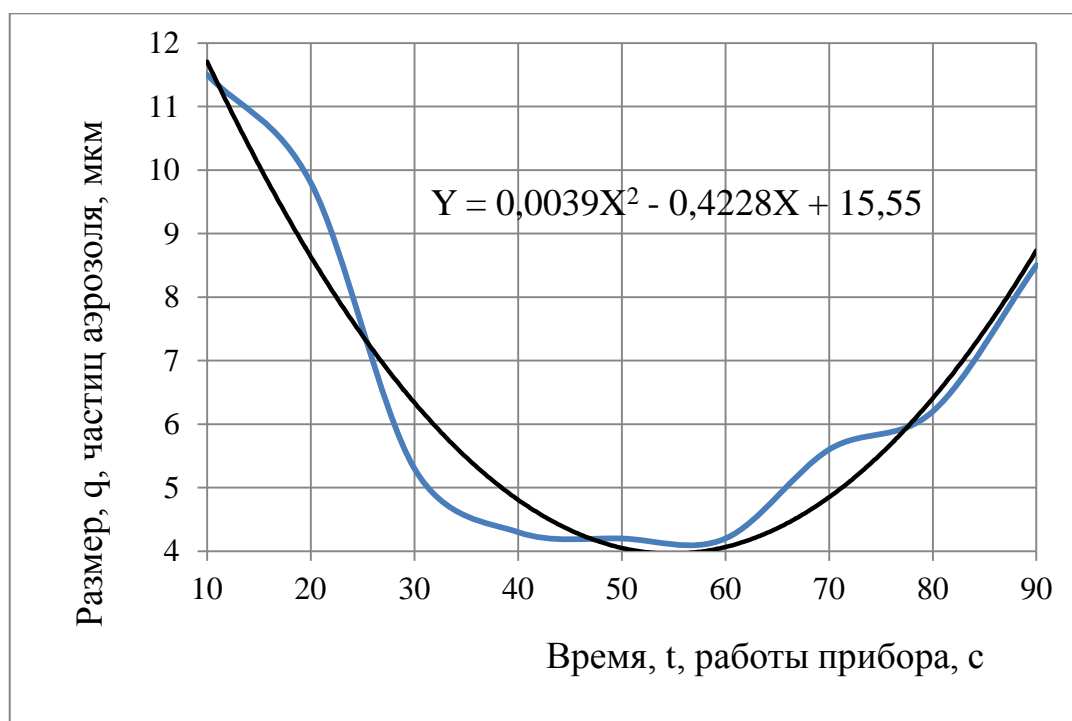


Рисунок 1 – Изменение величины капель аэрозоля №1, описываемое квадратичной моделью

Окончательным этапом исследований было отыскание оптимальных значений времени работы ингалятора, обеспечивающих наименьшие размеры частиц аэрозоля.

Аналогичным образом проводилось исследование размера частиц аэрозоля №2.

Искомые функции были найдены в виде.

$Y_1 = 13,864 - 0,1428 \cdot X$ – линейная модель,

$Y_2 = 24,267 - 0,7103 \cdot X + 0,0057 \cdot X^2$ – квадратичная модель,

$Y_3 = 12,437 \cdot e^{-0,017 \cdot X}$ – экспоненциальная модель.

Анализ графиков и расчетных данных позволил установить, что только квадратичная и экспоненциальная модели обеспечивают сходимость результатов, в то время, как линейная модель оказалась не адекватной.

Среди них для квадратичной модели критерий Пирсона составил значение ($\chi^2 = 1,7310$), а это означает, что она описывает процесс наилучшим образом.

Для поиска оптимальных пределов изменения времени работы ингалятора использовались известные методы математического анализа и в частности – исследование функции на экстремум, позволяющее с определенной долей точности вычислить оптимальные пределы изменения функции.

В основу расчета был положен метод исследования производной в окрестностях минимума функции справа и слева, продолжением которого является нахождение тех границ, в рамках которых исследуемая функция имеет максимальную кривизну. Границы, отделяющие этот участок от приближенной линейности, являются пределами активного роста функции и представляют собой определенный оптимум ее изменения.

Для функции, описывающей поведение аэрозоля №1 была взята первая производная.

$$Y'_2 = -0,4228 + 0,0078 \cdot X \quad (1)$$

Приравняв ее нулю, был найден минимум аргумента, соответствующий времени работы прибора, обеспечивающему наименьший размеру частиц аэрозоля №1.

$$-0,4228 + 0,0078X = 0 \rightarrow X = 54,2c, \quad (2)$$

Отсюда был установлен минимум функции

$$Y_{MIN} = 15,55 - 0,4228 \cdot 54,2 + 0,0039 \cdot 54,2^2 = 4,1 \text{ мкм}. \quad (3)$$

Беря во внимание допустимую погрешность прибора, регламентируемую в пределах 10% от номинала, и вычисляя значения первой производной от найденных функций в окрестностях точки, обращающей ее в нуль и соответствующей минимуму функции, были определены оптимальные границы регулируемого параметра – времени работы ингалятора. В нашем случае они составили значения.

$X_{MIN} = 48,78 \text{ с}$, $X_{OPT} = 54,2 \text{ с}$, $X_{MAX} = 59,69 \text{ с}$ – значения времени работы,

$Y_{ЛЕВ} = 4,21 \text{ мкм}$, $Y_{OPT} = 4,09 \text{ мкм}$, $Y_{ПР} = 4,21 \text{ мкм}$ – размер частиц.

Графическая иллюстрация найденной оптимальной области изменения времени работы прибора, обеспечивающей наименьший размер частиц аэрозоля №1, приведена на рисунке 2.

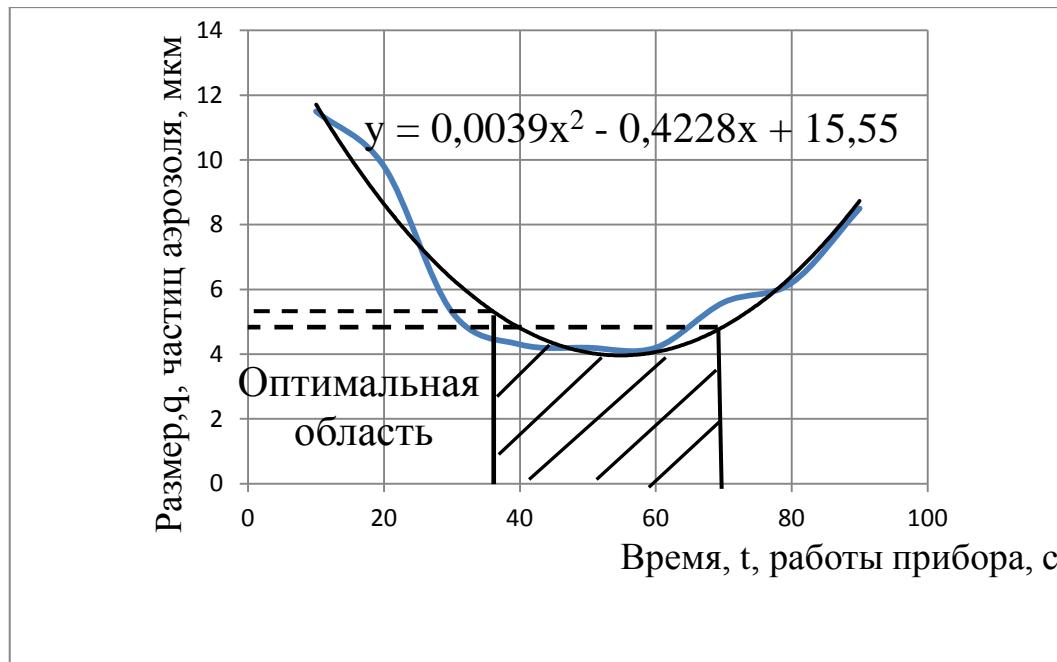


Рисунок 2 – Графическая иллюстрация оптимальной области изменения времени работы прибора для аэрозоля №1

Аналогичным образом отыскивалась оптимальная область изменения времени работы прибора для аэрозоля №2.

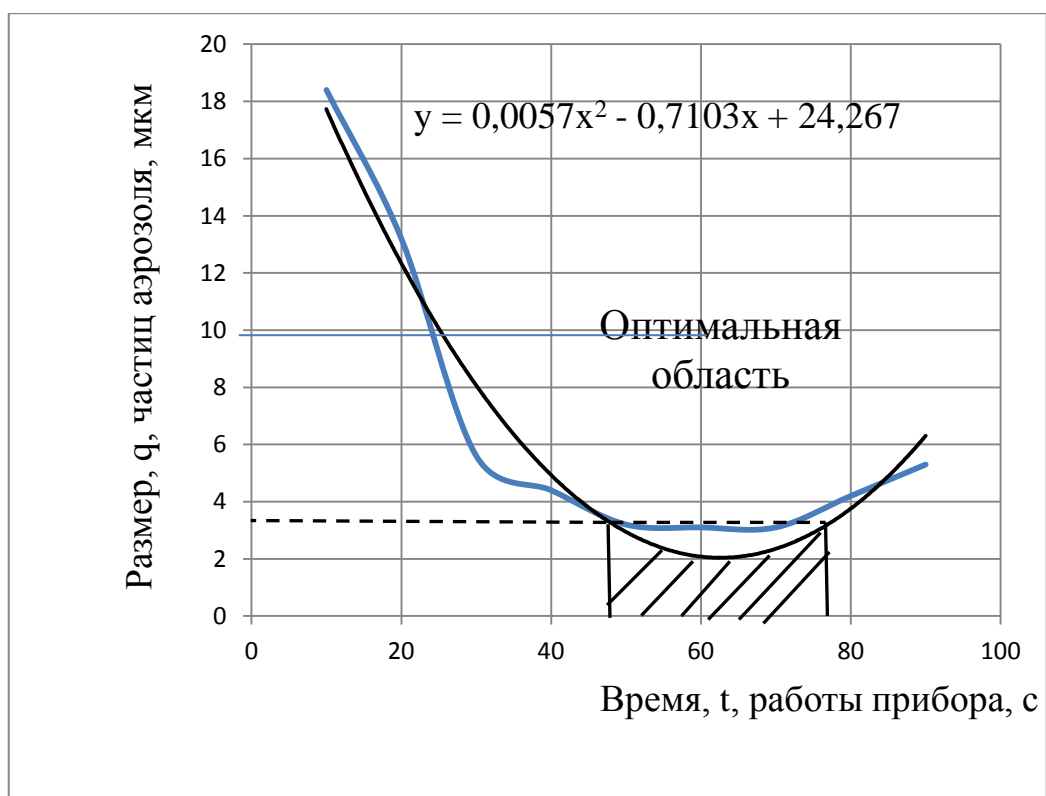


Рисунок 3 – Графическая иллюстрация оптимальной области изменения времени работы прибора для аэрозоля №2

Окончательно оптимальные области изменения времени работы ингалятора и размеры частиц аэрозолей сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Оптимальные границы изменения времени работы ингалятора и размеры частиц аэрозоля

Время работы ингалятора	t_{MIN}, c	$t_{ОПТ}, c$	t_{MAX}, c
Аэрозоль №1	48,07	54,2	59,69
Аэрозоль №2	56,07	62,3	68,53
Размер частиц аэрозоля	$q_{ЛЕВ}, мкм$	$q_{ОПТ}, мкм$	$q_{ПР}, мкм$
Аэрозоль №1	4,21	4,09	4,21
Аэрозоль №2	2,36	2,14	2,36

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы достигнута поставленная цель – построены функции изменения размеров частиц аэрозоля и проведена оптимизация влияющего на них фактора – времени работы ингалятора «Вулкан – 1».

Решены поставленные задачи:

1. Изучены физические основы ультразвукового ингалятора, виды ингаляторов и их сравнительные характеристики;
2. Изучена общая характеристика аэрозолей, получаемых в ингаляторе и пути использования аэрозолей в медицине;
3. Построены функции, описывающие изменение размеров частиц аэрозоля от времени работы ингалятора и найдены оптимальные границы времени, обеспечивающие их наименьший размер.

Работа будет полезна преподавателям и студентам, обучающимся по направлению «Биотехнические системы и технологии», а также медицинским работникам, реализующим свою деятельность в физиотерапии.