

## МЕХАНИЗМ ФИЛЬТРАЦИИ ДЫМА В СИГАРЕТАХ

Фомин А.В, Скоринкин В.А

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Лобанок Л.В. – старший преподаватель

**Аннотация.** Это исследование анализирует фильтрацию дыма через горящую сигарету, акцентируя внимание на критической роли длины фильтра в уменьшении концентраций вредных компонентов дыма. Основываясь на математическом моделировании, исследование демонстрирует, как изменения в конструкции фильтра могут значительно снизить уровень токсичных веществ, передаваемых курильщику. Результаты подчеркивают необходимость дальнейшего углубления знаний о динамике фильтрации и разработки новых технологий производства сигарет, направленных на сокращение вреда от курения и улучшение общественного здоровья.

Курение сигарет остается одним из ведущих факторов риска для здоровья населения по всему миру. Оно напрямую связано с развитием множества серьезных заболеваний, включая рак легких, сердечно-сосудистые заболевания и хронические обструктивные заболевания (ХОБЛ). Основным вектором вредного воздействия курения являются токсичные компоненты дыма, которые вдыхает курильщик.

В этом контексте, задача фильтрации дыма через горящую сигарету приобретает ключевое значение. Понимание механизмов, которые позволяют минимизировать количество вредных веществ, передающихся к курильщику, становится центральным в исследованиях по уменьшению вреда от курения. Фильтрация дыма в сигаретах — это сложный физико-химический процесс, который включает абсорбцию и адсорбцию токсичных газов и частиц.

Цель данного исследования заключается в анализе процесса фильтрации дыма через горящую сигарету с помощью математического моделирования. Результаты работы предназначены для углубления знаний о динамике фильтрации и могут использоваться для оптимизации производства сигарет с целью снижения уровня вредных веществ в выделяемом дыме. Это, в свою очередь, будет способствовать повышению общественного здоровья и соответствию современным регуляторным требованиям в области табачной продукции.

Исследование, посвященное фильтрации дыма через горящую сигарету, рассматривает сложные процессы, происходящие внутри сигареты во время курения. Важным аспектом является предположение о том, что скорость потока дыма и воздуха постоянна, что позволяет упростить расчёты и сконцентрироваться на динамике изменения концентраций вредных компонентов дыма. Также предполагается постоянство коэффициента абсорбции табака и настолько медленная скорость сгорания табака, что задержка в распределении веществ по длине сигареты становится незначительной.

Для моделирования процесса фильтрации используется дифференциальное уравнение:

$$\frac{\partial \omega}{\partial x} = -b\omega$$

где  $\omega$  – масса компонента  $Z$  на единицу длины в точке  $x$ ;  $b$  – коэффициент абсорбции табака, который определяет скорость уменьшения концентрации компонента по мере его прохождения через фильтр;  $x$  – расстояние, проходимое дымом от начала фильтра.

Решение этого уравнения подчеркивает, как концентрация компонента  $Z$  уменьшается экспоненциально по мере продвижения дыма через сигарету. Эффект от длины фильтра становится особенно заметен при рассмотрении интегрального уравнения для расчёта массы, прошедшей через сечение  $x = X$ .

$$\omega = \omega_0 e^{-bx}, \quad (1)$$

где  $\omega_0$  – начальная масса компонента  $Z$  в начале сигареты;  $e$  – основание натурального логарифма,  $bx$  – изменение концентрации компонента  $Z$  в зависимости от длины фильтра и коэффициента абсорбции.

Для глубокого понимания, как масса компонента  $Z$  распределяется и уменьшается вдоль сигареты, рассматривается интегральное уравнение:

$$\int_x^\infty b\omega_0 e^{-bx} dx = \omega_0 e^{-bx}, \quad (2)$$

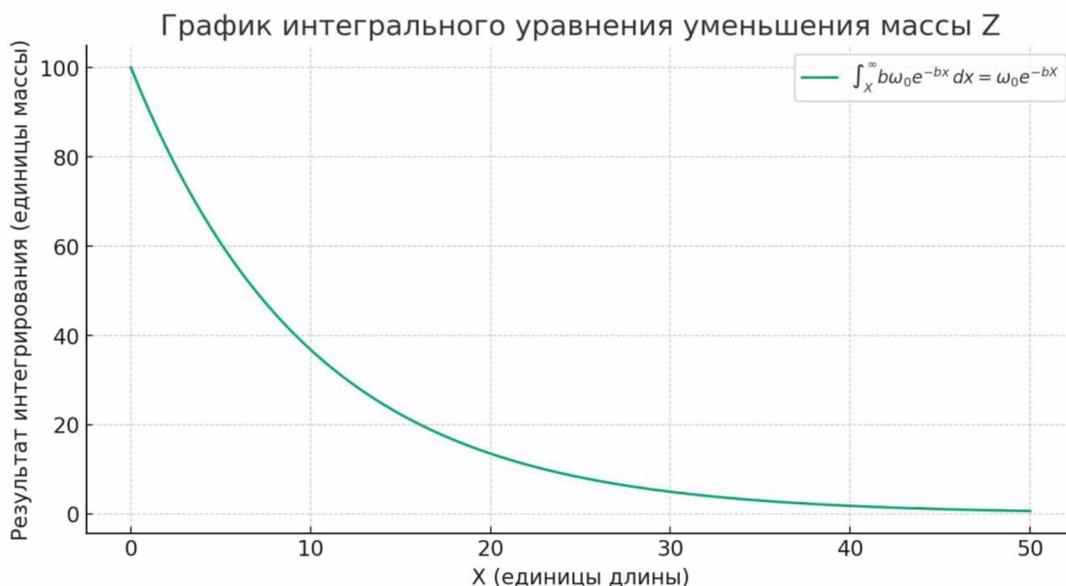


Рисунок 1 – Кумулятивное количество компонента Z в сигарете

Это уравнение демонстрирует, что общее количество вещества Z, которое остаётся после точки X и может быть выдохнуто или уловлено фильтром, экспоненциально снижается с увеличением расстояния от начала сигареты до этой точки. Такое понимание критически важно для разработки фильтров, способных эффективно улавливать наибольшее количество токсичных веществ. С учетом изменения коэффициентов абсорбции в разных сегментах сигареты, модель расширяется:

$$\omega = \omega_0 e^{-bx} \text{ при } 0 \leq x \leq \varepsilon, \quad (3)$$

$$\omega = W e^{-\beta x} \text{ при } \varepsilon \leq x \leq X, \quad (4)$$

где  $\omega$  – масса компонента Z на единицу длины в точке  $x$ ;  $\omega_0$  – начальная масса компонента Z в начале сигареты;  $b$  – коэффициент абсорбции табака;  $W$  – масса компонента Z на единицу длины в точке  $\varepsilon$ , которая является началом фильтра;  $\beta$  – коэффициент абсорбции фильтра, который может отличаться от коэффициента абсорбции табака и применяется в расчетах для сегмента фильтра;  $\varepsilon$  – длина участка сигареты от начала до начала фильтра;  $X$  – конечная точка участка сигареты, до которой рассчитывается масса компонента Z.

Это дополнение позволяет учитывать различную эффективность фильтрации табака и фильтра, что особенно важно при рассмотрении фильтрации различных компонентов дыма на разных этапах его прохождения.

В данном исследовании фильтрации дыма через горящую сигарету особенно подчеркивается роль длины фильтра в уменьшении концентраций вредных компонентов дыма. Моделирование показало, что увеличение длины фильтра способствует значительному снижению уровня вредных веществ, проходящих через него. Этот вывод важен для разработки новых, более эффективных фильтров, которые могут значительно улучшить общественное здоровье, снижая риски, связанные с курением. Исследование подчеркивает важность оптимизации конструкции фильтров для достижения максимальной эффективности в фильтрации токсичных составляющих сигаретного дыма.

**Список использованных источников:**

1. Пономарев, К. К. Составление дифференциальных уравнений / К. К. Пономарев. – Минск : Изд-во "Вышэйшая школа", 1973. – С. 207-212.
2. Tobacco Control [Электронный ресурс] / Режим доступа <https://tobaccocontrol.bmj.com/>. – Дата доступа: 12.04.2024.
3. Мотыгина, А. В. Создание новых видов сигарет с повышенными показателями безопасности и качества / А. В. Мотыгина. – Краснодар, 2016. – С. 55-66.