

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ АЭРОЗОЛИ НА КонтРАСТ В ИЗОБРАЖЕНИИ ПИРАМИДАЛЬНОЙ МИРЫ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОГО ФОТОАППАРАТА И ВИДЕОКАМЕРЫ

**К.В. Крутских, А.П. Потапов, С.П. Пронин**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова  
г. Барнаул

В последние годы проблема взаимоотношения природы и общества стала одной из актуальнейших. Причем из всех компонентов экологического дисбаланса наибольшую опасность для биосферы, в силу своей динамичности, таит загрязнение воздуха. Ежегодно в мире в атмосферу выбрасываются десятки миллиардов тонн углекислого газа, сернистого ангидрида, окиси углерода, азотистых и других вредных газообразных ингредиентов, более 2,5 млрд. жидких и твердых аэрозолей. Качественный состав и концентрации токсических веществ увеличиваются с каждым годом. Общее их количество растёт примерно пропорционально росту продукции, несмотря на принимаемые меры по очистке выбросов [1].

Для санитарной оценки воздушной среды предприятия используется ПДКРЗ – это предельно допустимая концентрация вредного вещества рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup>. Эта концентрация не должна вызывать у работающих при ежедневном вдыхании в пределах восьми часов в течение всего рабочего стажа заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования непосредственно в процессе работы или в отдалённые сроки [2].

Целью работы исследование влияния свойств аэрозоли на контраст в изображении пирамидальной миры с помощью цифрового фотоаппарата и видеокамеры.

Для выполнения измерений была разработана экспериментальная установка и выбраны аэрозоли: цемент, алебастр, мука. Цемент и алебастр были выбраны как самые распространённые строительные материалы, имеющие близкий размер частиц но разные цветовые гаммы, а мука по цветовой гамме совпадала с алебастром, но имела в 3 раза больше размер частиц.

Экспериментальная установка включает в себя: вентилятор для рассеивания пыли, подставку с герметикам которая помогает создать турбулентность внутри кюветы, тест-объект, в роли которого выступает пирамидальная мира, стеклянная кювета, цифровой

фотоаппарат, видеокамера и компьютер.

Работа на экспериментальной установке проводилась в следующем порядке. На стеклянной кювете устанавливался тест-объект и на нем фокусировались цифровой фотоаппарат и видеокамера. Записывался первый кадр изображенных штрихов без наполнения кюветы аэрозолем. Это изображение служит для Расчета эталонного контраста, относительно которого будут сравниваться дальнейшие значения контраста изображения с аэрозо-лем.

С помощью вентилятора рассеивался объём аэрозоли, определяемый экспериментатором. В экспериментах были использованы аэрозоли массами 1, 2 и 3 мг. После равномерного распределения аэрозоли по кювете, зафиксировали изображение тест-объекта. И то же самое проделывать со всеми выбранными массами аэрозоли.

Для каждого из материала провели по 10 измерений. На рисунке 1 изображены результаты эксперимента для алебастровой пыли массой 1 мг. Изображение первого тест-объекта соответствует эталонному изображению. Остальные изображения тест-объекта – после равномерного распределения соответствующего объема пыли по кювете.

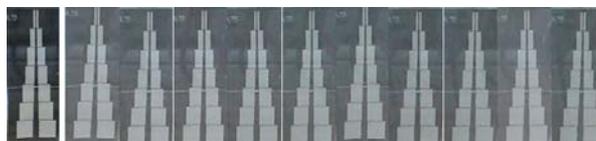


Рисунок 1 – Отображение контраста в изображении пирамидальной миры для алебастровой пыли массой 1 мг

Далее изображение тест-объекта исследовали с помощью программы «Анализатор» (рисунки 2), вычисляя максимальную и минимальную освещенность в изображении тест-объекта.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ АЭРОЗОЛИ НА КОНТРАСТ В ИЗОБРАЖЕНИИ ПИРАМИДАЛЬНОЙ МИРЫ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОГО ФОТОАППАРАТА И ВИДЕОКАМЕРЫ

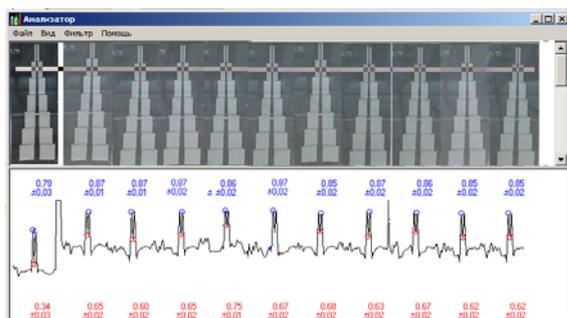


Рисунок 2 – Изображение в программе «Анализатор»

По значениям максимальной и минимальной освещенности вычисляли контраст:

$$K_u = \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max} + E_{min}}, \quad (1)$$

где  $E_{max}$  – максимальная освещенность в изображении тест-объекта;  $E_{min}$  – минимальная освещенность в изображении тест-объекта.

По результатам расчетов построен график зависимости контраста от массы вещества (рис. 3).

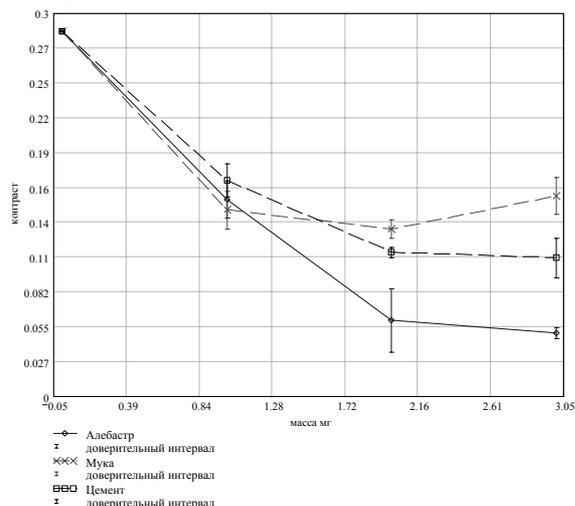


Рисунок 3 – График изменения контраста от массы вещества

Из графика видно, что в измерениях контраста цемента и алебаstra наблюдалось падение контраста с увеличением массы исследуемой аэрозоли. Для алебаstra изменение контраста наблюдалась в большей степени, что связано с цветом материала и размером частиц, т.к. светлые частицы не только поглощают но и рассеивают свет.

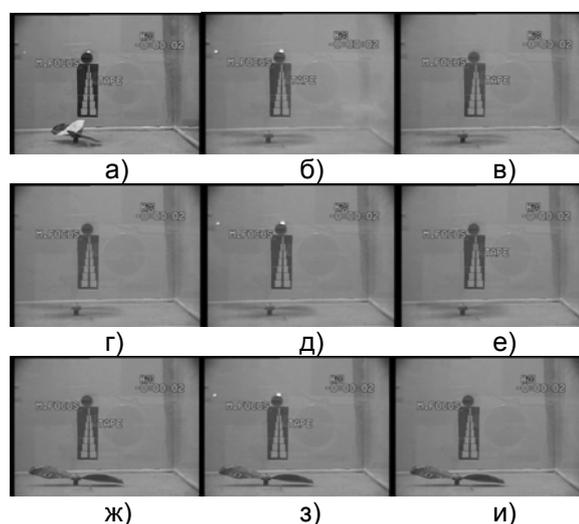
Для муки с увеличением массы аэрозоли контраст изменялся незначительно. По

дисперсному составу в муке распространены частицы с большим размером и вследствие чего в процессе распыления они оседают, не внося заметного изменения в контраст тест-объекта.

Для исследования динамического процесса распыления аэрозоли была использована видеокамера, которой записывался весь процесс, происходящий внутри экспериментальной камеры от начала запуска двигателя до его полной остановки.

Далее полученный клип разбивался на равные части для статической обработки изображения тест-объекта.

Видеокамера записывает изображение со скоростью 30 кадров в секунду. За ключевые расчетные кадры брался каждый 5-й кадр видео клипа (рис. 4)



а – первый кадр - 0,16 сек; б – второй кадр - 0,33 сек; в – третий кадр - 0,5 сек; г – четвертый кадр - 0,66 сек; д – пятый кадр - 0,83 сек; е – шестой кадр - 1 сек; ж – седьмой кадр - 1,16 сек; з – восьмой кадр - 1,33 сек; и – девятый кадр - 1,5 сек.

Рисунок 4 – Видеоклип, представленный отдельными кадрами.

Далее аналогичным способом, как и при съемке цифровым фотоаппаратом, получаем значение контраста и строим графики динамического изменения контраста в изображении тест-объекта при распылении исследуемого объема веществ (рис.5 – 7).

Для того, чтобы приблизить выборки данных к некоторой функции и минимизировать совокупность ошибок, проведен регрессионный анализ измерений.

Для выборок данных построены графики регрессий, рассчитаны среднеквадратичные

отклонения и определены доверительные интервалы. Построен обобщенный график изменения контраста от массы вещества. Получены зависимости изменения контраста от массы вещества в виде полиномов второй степени: для алебаstra  $y=0,288-0,172x+0,031x^2$ , для муки  $y=0,282-0,165x+0,042x^2$  и цемента  $y=0,286-0,143x+0,028x^2$ .

**Вывод**

На основании результатов, полученных экспериментально, рассчитаны значения изменения контраста в изображении пирамидальной миры исследованных аэрозолей различных масс: 1,2 и 3 мг в объеме 0,012 м<sup>3</sup>.

Из экспериментальных графиков видно, что для цемента и алебаstra наблюдается значительное падение контраста в изображении пирамидальной миры с увеличением массы исследуемой аэрозоли. Для алебаstra изменение контраста происходит в большей степени, что связано с цветом материала и размером частиц, т.к. светлые частицы не только поглощают, но и рассеивают свет.

Для муки с увеличением массы исследуемого вещества контраст в изображении пирамидальной миры практически не меняется. По дисперсному составу в муке средний размер частиц составляет 25 мкм, а в цементе и алебастре средние размеры – 5 и 8 мкм соответственно. Поэтому в процессе исследования частицы муки быстрее оседают, не внося изменений в контраст изображения пирамидальной миры.

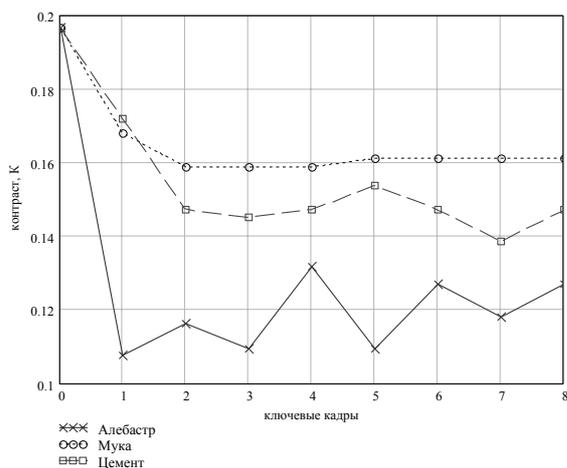


Рисунок 5 – Обобщенный график динамического изменения контраста в изображении тест-объекта при распылении веществ с массой в 1 мг

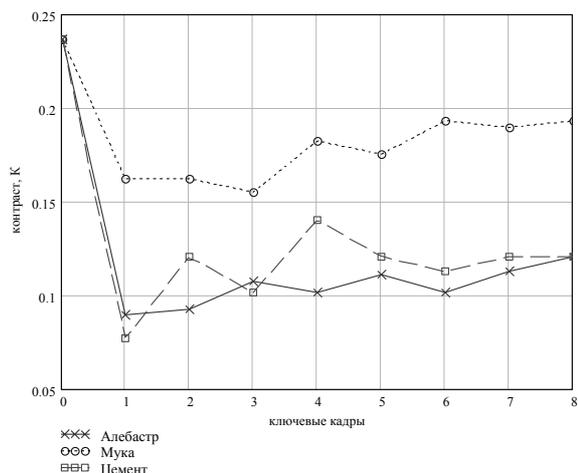


Рисунок 6 – Обобщенный график динамического изменения контраста в изображении тест-объекта при распылении веществ с массой в 2 мг

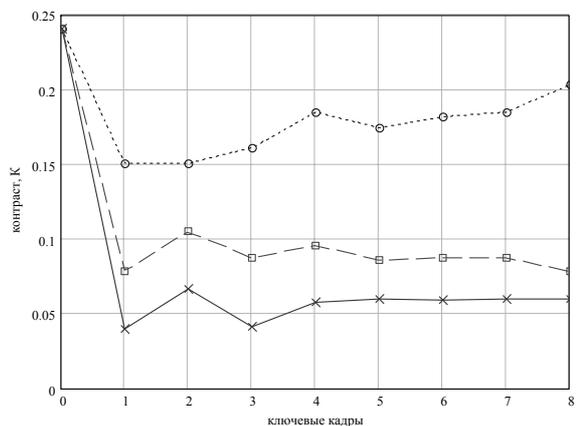


Рисунок 7 – Обобщенный график динамического изменения контраста в изображении тест-объекта при распылении веществ с массой в 3 мг

**Список литературы**

1. Проблемы контроля и защита атмосферы от загрязнения. – Киев: Наука дом, 1976. – Вып. 4.
2. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1975.
3. Пронин С.П. Оценка качества информационно-измерительной оптико-электронной системы / С.П. Пронин. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2001.
4. Патент №2232374, G01 C 11/02 Мира / Пронин С.П. – опубл. 10.07.2004, Бюл. №19.
5. Вдовин А.А., Пронин С.П. Зависимость контраста в изображении тест-объекта от оптических свойств среды // Материалы 9 Всеросс. НТК «Методы и средства измерений физических величин», апрель 2004. – Нижний Новгород: МВВО АТН РФ, 2004. – С. 2.