

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 543.07; 544.015.4; 662.237.3-381

DOI: 10.17223/00213411/65/9/27

ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ СУБЛИМАЦИИ СЛЕДОВ ТРИНИТРОТОЛУОЛА
С ПОВЕРХНОСТИ СТЕКЛА*О.Б. Кудряшова¹, В.М. Грузнов^{2,3,4}, М.Н. Балдин²,
А.В. Кихтенко², М.И. Тивилёва⁵, С.С. Титов¹¹ Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН, г. Бийск, Россия² Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, Россия³ Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, г. Новосибирск, Россия⁴ Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия⁵ Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» МВД России,
Сибирский филиал, г. Новосибирск, Россия

Представлена математическая модель сублимации (испарения) тонких пленок взрывчатых веществ на основе молекулярно-кинетической теории испарения. Получено выражение для времени испарения пленки до наступления равновесия между испарением и конденсацией взрывчатых веществ. Приведена оценка неиспарившейся массы. Проведено параметрическое исследование модели. Расчет динамики испарения приведен для пленки тринитротолуола на стекле с поверхностной плотностью 100 нг/см^2 . На основе сравнения с экспериментом испарения такой пленки тринитротолуола определены теплота сублимации тринитротолуола и коэффициент испарения со стекла.

Ключевые слова: пленки 2,4,6-тринитротолуола, следовые концентрации пара, сублимация с поверхности, теплота сублимации.

Введение

Регистрация следов пара взрывчатых веществ (ВВ) на поверхности объектов широко применяется в антитеррористическом контроле по обнаружению объектов с ВВ [1–4]. На эффективность такого метода обнаружения объектов с ВВ очевидно влияет зависимость от времени процесса сублимации (испарения) микрочастиц ВВ с поверхности объектов.

Обнаружение следовых количеств ВВ в газовой фазе затруднено в силу чрезвычайно низкого давления паров большинства известных ВВ при комнатной температуре [5, 6]. Например, равновесное давление паров при температуре 25°C для ТНТ (тринитротолуола) составляет $\sim 1.7 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$, а для гексогена – около $4 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$ [6, 7]. Важно предсказать возможность обнаружения следов ВВ, связанную с пороговой чувствительностью обнаружителей. Так, например, дистанционные детекторы паров ВВ, основанные на лидарном принципе, способны обнаружить пары ТНТ в концентрациях 10^{-12} г/см^3 [8, 9].

Представляет интерес испарение тонких пленок ВВ с поверхности объектов и определение минимального количества вещества на поверхности, с которым связана обнаруживаемая концентрация следов пара.

Скорость сублимации ВВ, в частности ТНТ, рассматривается в ряде экспериментальных [10–17] и теоретических [14, 18] работ.

В работах [12–16] рассматривается скорость сублимации ТНТ с относительно толстых пленок ТНТ (значительно толще 3 нм) на различных подложках. В этих случаях сублимация молекул ТНТ осуществляется с поверхности ТНТ, влияние молекул подложки не происходит и авторами получены естественные линейные зависимости во времени потери массы и толщины пленок ТНТ.

В [10] представлены экспериментальные результаты сублимации во времени тонких пленок ТНТ толщиной порядка 2.6 нм на поверхности диоксида кремния, слюды и графита при темпера-

* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по базовому бюджетному проекту № FUFЕ-2021-0005 «Энергонасыщенные материалы: разработка, создание и применение». Работа поддержана программой фундаментальных научных исследований РФ: проект «Новые технологии внелабораторного химического анализа и контроля, прецизионных измерений физических полей природных и техногенных объектов», FWZZ-2022-0027.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>