

Дисперсные и морфологические характеристики дымовой аэрозольной эмиссии от пожаров в бореальных лесах Сибири

Ю.Н. Самсонов¹, О.А. Беленко², В.А. Иванов^{3*}

¹Институт химической кинетики и горения СО РАН
630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3

²Сибирская государственная геодезическая академия
630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10

³Сибирский государственный технологический университет/Институт леса СО РАН
660036, г. Красноярск, Академгородок, Институт леса СО РАН

Поступила в редакцию 15.12.2009 г.

Лесные пожары на территории Сибири происходят ежегодно на площади 10–14 млн га, при этом сгорает 300–500 млн т биомассы. Дымовая эмиссия в атмосферу — неизбежный сопутствующий процесс при горении биомассы. Измерения дымовой эмиссии, выполненные в рамках натурно-модельных пожарных экспериментов на таежной территории Красноярского края в 2000–2009 гг., показали, что в виде дымовых частиц в атмосферу попадает от 0,2 до 1 т аэрозольного вещества с 1 га сгоревшего леса. Это составляет 1–7% от полного количества биомассы, сгорающей при лесном пожаре (15–30 т/га), остальные 93–99% сгоревшего материала выделяются в виде газовых продуктов горения. Измерения дисперсных характеристик дымовой эмиссии, усредненные по 16 натурно-модельным пожарным экспериментам 2007–2009 гг., показали, что $(89 \pm 8)\%$ аэрозольного вещества находится в частицах с аэродинамическими диаметрами менее 3 мкм, $(7 \pm 6)\%$ — в частицах 3–5 мкм, остальные 5–10% вещества — в частицах крупнее 7 мкм. Морфологическая структура дымовых частиц указывает на то, что субмикронные частицы образовались по механизму конденсации паров органических веществ непосредственно над зоной горения, с последующей их коагуляцией в частицы микронных размеров. Показано, что элементный состав тонкой фракции дымовой эмиссии, измеренный методом рентгеновской флуоресценции с возбуждением синхронным излучением (РФА СИ), может быть использован для дискриминации источников химических элементов.

Ключевые слова: дымовые аэрозоли, дымовая эмиссия, горение биомассы, лесной пожар, дисперсное распределение, химические микроэлементы; smoke particulates, smoke emission, biomass burning, forest fire, dispersal distribution, chemical trace elements.

Введение

Спутниковые наблюдения показывают [1–3], что пожары ежегодно происходят на площади 10–14 млн га в лесной и лесостепной зонах Сибири, при этом сгорает 300–500 млн т биомассы (вероятно, это является третьим по масштабам природным пожарным явлением после сезонных пожаров в африканских саваннах и тропических лесах). При горении лесной биомассы выделяются как газовые продукты горения, так и аэрозольные дымовые частицы.

Массовая доля аэрозольной эмиссии варьируется в пределах 1–2 до 5–7% от количества сгоревшей биомассы в зависимости от условий горения (собственные и литературные данные), однако ее роль в атмосферном теплообмене является доминирующей. Это связано с тем, что в эмиссии присутствуют тонкодисперсные частицы, в значительной

мере состоящие из элементарного углерода (иногда для этого вещества используются термины сажа и black carbon, что не всегда идентично). Такие частицы, находясь во взвешенном состоянии в атмосфере, поглощают и рассеивают солнечный свет, влияют на теплообмен между земной поверхностью, атмосферой и солнечной радиацией и, следовательно, могут воздействовать на региональную погоду и глобальный климат.

Важно отметить, что потенциальное климатическое действие аэрозольной эмиссии (охлаждение) является компенсирующим к воздействию газовых продуктов горения (двуокись углерода, метан), гипотетически приводящих к глобальному потеплению. Поэтому сведения о количестве, химическом и дисперсном составе дымовой эмиссии от крупномасштабных лесных пожаров являются необходимыми для создания и верификации прогностических компьютерных моделей глобального или регионального погодно-климатического тренда. Они важны в исследованиях оптических и химических свойств атмосферы, а также для оценок респираторного качества приземного воздуха.

* Юрий Николаевич Самсонов (samsonov@kinetics.nsc.ru); Олеся Александровна Беленко (belenole@yandex.ru); Валерий Александрович Иванов.