

Влияние коры древесных материалов на оптико-микрофизические свойства пиролизных дымов

Р.Ф. Рахимов, Э.В. Макиенко, В.С. Козлов*

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
634021, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1

Поступила в редакцию 8.10.2009 г.

Исследована изменчивость оптико-микрофизических свойств пиролизных дымов, образующихся при термическом разложении нескольких образцов древесных материалов (береза без коры, кора березы, кора лиственницы). Результаты решения обратной задачи по данным спектрофелометрических измерений показали, что сильно поглощающая излучение компонента частиц может генерироваться и при сравнительно низких температурах пиролиза. Для пиролизных дымов из коры березы и лиственницы в спектре размеров проявляется сильно поглощающая тонкодисперсная фракция «сажевых» частиц радиусами менее 200 нм. Более крупные частицы являются слабо поглощающими, однако при выстаивании дымов мнимая часть показателя преломления этих частиц увеличивается за счет взаимодействия с «сажевой» компонентой. Оценки показали, что существенных различий в поглощении излучения между частицами дымов, сформированных из коры березы и лиственницы, не прослеживается. Однако для образцов березы без коры тонкодисперсная фракция «сажевых» частиц отсутствует, т.е. частицы во всем диапазоне размеров обладают слабым поглощением.

Ключевые слова: комплексный показатель преломления, нефелометрические измерения, дымовые смеси, методы обращения, аэрозольное светорассеяние; complex refractive index, nephelometric measurements, smoke mixture, inverting methods, aerosol light scattering.

Введение

В [1–4] были рассмотрены некоторые особенности формирования оптико-микрофизических свойств древесных дымов при различных режимах термического разложения, с вариацией температуры прогрева образцов, массы и типа лесных горючих материалов (ЛГМ). В дымовых экспериментах, проводимых в большой аэрозольной камере (БАК), чтобы минимизировать влияние побочных факторов, в качестве исходных к термическому разложению материалов использовались предварительно очищенные от коры и других наслоений древесные образцы одинакового размера и формы (кубики массой ~42 г), изготовленные из сосновых материалов. Анализ спектрофелометрических измерений на основе решения обратной задачи светорассеяния показал, что спектр размеров и показатель преломления дымовых частиц варьируют не только в зависимости от температуры разложения и массы образца, но и от относительного содержания в образцах древесных материалов смолистых соединений. По результатам дымового эксперимента с последовательным смещением продуктов *пиролиза* разных сортов древесных материалов обнаружилось [2], что при использовании древесных образцов с поверхностными наслоениями в виде коры, у фор-

мируемой в БАК многокомпонентной дисперсной смеси заметно увеличивается эффективность светопоглощения.

В бореальной климатической зоне в отличие от зон южных широт во время лесных пожаров нередко наблюдается неполное выгорание ЛГМ, чаще выгорает крона и поверхностный слой. Эта особенность является весомым аргументом для более внимательного исследования свойств дымов, выносимых в атмосферу при термической возгонке ЛГМ с относительно высоким содержанием коры.

Для изучения возможного влияния коры древесных материалов на микроструктуру дымов нами проводились целенаправленные дымовые эксперименты. Использовалась кора березы и осины в качестве исходных образцов для термического разложения и генерации дымовых аэрозолей с соответствующей спецификой оптических и микрофизических свойств.

Предложенные в работе [5] методические дополнения к решению обратной задачи помогли преодолеть затруднения, которые возникают при интерпретации спектрофелометрических данных для смешанных дымов, содержащих продукты не только пиролиза, но и горения. В настоящей статье применение методики пофракционного определения оптических постоянных при решении обратной задачи позволило уточнить искомые спектры распределения дымовых частиц по размерам в дымах пиролиза. Обнаруженные при этом отличия не во всех случаях существенны, однако специфика из-

* Рустам Фуатович Рахимов (temur@iao.ru); Эдуард Васильевич Макиенко; Валерий Степанович Козлов.

менения значений комплексного показателя преломления (КПП) по спектру размеров частиц в процессе выстаивания дымов позволила косвенно судить об интенсивности взаимодействия различных фракций как составных элементов дисперсной структуры.

Методика исследования

Изменения микроструктуры дымовых аэрозолей при их выстаивании в БАК вместимостью 1800 м³ анализировались по результатам спектрально-угловых измерений коэффициентов направленного светорассеяния $\beta(\theta_j, \lambda_i)$ поляризационным спектронефелометром на 9 длинах волн λ_i в интервале 440–690 нм под углами рассеяния $\theta_j = 15; 45; 110; 135; 165^\circ$. По данным оптических измерений спектрально-угловых характеристик аэрозольного светорассеяния с использованием методики, подробно описанной в [1–3], определялись параметры микроструктуры дымового аэрозоля и комплексный показатель преломления частиц в трех диапазонах дисперсности.

Таким образом, исходную оптическую информацию для решения обратной задачи светорассеяния и восстановления микроструктурных параметров дыма для каждого момента времени составляли 90 последовательно измеренных значений поляризационный компонент коэффициента направленного рассеяния $\beta(\theta_j, \lambda_i)$.

Процесс измерения выполнялся в автоматизированном режиме. Управление регистрацией параметров светорассеяния осуществлялось компьютером на основе разработанного алгоритма, с последовательной записью и накоплением оптических данных в отдельных файлах. Полный цикл измерений по углам и длинам волн составлял 8–9 мин.

Для восстановления функции плотности распределения геометрического сечения (мкм²/см³)

$$s(r) = \pi r^2 n(r),$$

где $n(r) = dN/dr$ – плотность распределения счетной концентрации частиц по размерам, мкм⁻¹·см⁻³, применялся регуляризирующий алгоритм [5].

Содержание дымового эксперимента и результаты обработки спектронефелометрических данных

Для анализа специфики изменения оптико-микрофизических свойств древесных дымов, в обсуждаемом контексте влияния типов древесных материалов, были отобраны данные спектронефелометрических измерений, зафиксированные в наблюдениях за тремя дисперсными смесями, сформированными в большой аэрозольной камере в процессе термического разложения образцов в муфельной печи.

В первом дымовом эксперименте в качестве образцов были использованы очищенные от коры образцы березы (размерами ~10 × 3 × 3 см) и общей массой $M = 375$ г. Температура разложения древесных образцов внутри камеры термического

разложения (КТР муфельной печи) во всех экспериментах была одинаковой и составляла $T \sim 300^\circ\text{C}$. Продукты термического разложения поступали в большую аэрозольную камеру из КТР через щель небольшого размера, обеспечивая, таким образом, ограниченный доступ кислорода из БАК в КТР, что способствовало устойчивости режима пиролиза и предотвращало возможный переход от пиролиза к режиму горения с пламенем. Во втором эксперименте для термического разложения была использована равная по массе кора, собранная после очистки березовых образцов, из партии, использованной в первом эксперименте. И наконец, в третьем эксперименте в качестве образцов была использована кора лиственницы.

На рис. 1 представлены временные развертки значений коэффициента направленного светорассеяния для углов рассеяния $\theta = 45; 110; 135; 165^\circ$ и длины волны $\lambda = 560$ нм, измеренных поляризационным спектронефелометром в трех дымовых экспериментах.

Из рис. 1 видно, что для всех трех экспериментов характерна сходная динамика вариаций оптических параметров. После максимального наполнения БАК дымами оптические сигналы переходят в стадию экспоненциального спада. Следует отметить, что масса образцов ($M \approx 375$ г) и температура разложения ($T_{\text{КТР}} \approx 300^\circ\text{C}$) во всех трех экспериментах были практически одинаковыми, как и некоторые другие параметры, характеризующие условия проведения экспериментов. Использовалась одна и та же муфельная печь, т.е. геометрические параметры камеры термического разложения не менялись, дисперсная смесь формировалась внутри БАК при одних и тех же температуре ($T_{\text{БАК}} \approx 19^\circ\text{C}$) и объеме. Принудительная вентиляция воздуха внутри БАК, иногда используемая для более активного перемешивания аэрозольных смесей, не применялась. Эксперименты проводились в течение 7 сут в зимний сезон. Предварительная подготовка БАК (очистка от дымовых остатков после предыдущего эксперимента) производилась за счет вентиляции камеры воздушной массой, взятой извне (корпуса модельных установок) на фоне одной и той же синоптической ситуации, при небольших вариациях температуры $\Delta T \sim 2\text{--}4^\circ\text{C}$.

Результаты нефелометрических измерений указывают на заметные вариации значений сигналов, зарегистрированных в разных экспериментах. Также изменяются и пропорции между оптическими сигналами в зависимости от угла рассеяния.

При анализе массовой концентрации аэрозольного вещества в атмосфере часто используют методику однопараметрической оценки, основанную на измерениях коэффициента направленного рассеяния под углом 45° . Следует признать, что во многих случаях такой подход себя оправдывает. Однако результаты, представленные в таблице (11-я колонка) и на рис. 1, а, показывают, что применение однопараметрического подхода к оценке массового выхода дымовых аэрозолей в процессе термического разложения разных сортов древесины не всегда обеспечивает адекватную оценку искомой величины.

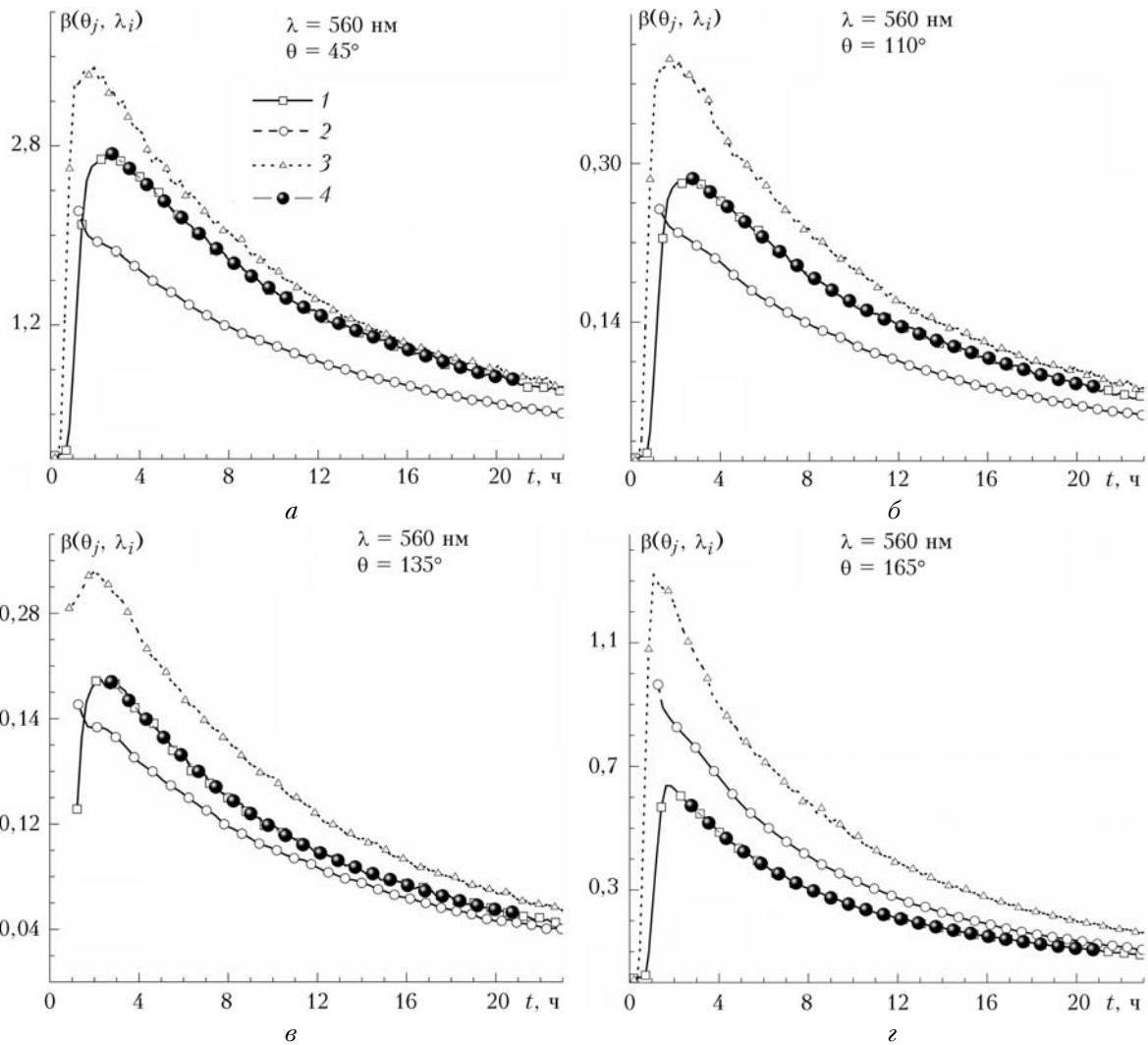


Рис. 1. Временная развертка измеренных значений коэффициента направленного светорассеяния для $\theta = 45, 110, 135$ и 165° и длины волны $\lambda = 560$ нм: 1 – береза без коры; 2 – кора березы; 3 – кора лиственницы; 4 – точки синхронизации значений $\beta(\theta_j, \lambda_i, t)$

Для анализа микроструктурных изменений древесных дымов привлекаемые из спектрофелометрических измерений исходные данные в совокупности обладали достаточно большой информационной емкостью и позволяли решать обратную задачу в несколько этапов. Возможность анализировать совместно не только спектральную (по длинам волн), но и угловую зависимость $\beta(\theta, \lambda)$ позволяла с использованием методики [5] находить параметры микроструктуры дымового аэрозоля и комплексного показателя преломления частиц в различных диапазонах дисперсности.

Таблица объединяет оценки, полученные для всех трех дымовых экспериментов. В заголовках указаны соответствующие интервалы размеров и параметры микроструктуры древесных дымов.

Во второй колонке приведены моменты синхронизации спектрофелометрических данных, отсчитываемые от начала эксперимента. Полученные оценки оптических постоянных дымовых частиц представлены в 3–8-й колонках (сдвоенные ячей-

ки). В верхней строке ячейки указаны интервалы радиусов (r_n, r_k) осреднения оптических постоянных, а в нижней – приведены значения КПП (n – действительной и χ – мнимой частей). Они оценены как осредненные характеристики дымовых частиц, попадающих по своим размерам в указанный интервал значений радиуса r .

При определении значений оптических постоянных дымовых частиц было выявлено, что для образцов березы без коры различия в значениях мнимой и действительной частей КПП для анализируемых трех интервалов размера дымовых частиц не столь существенны. Однако в двух других экспериментах, когда в качестве образцов использовалась кора березы и лиственницы, получены значительные различия оптических постоянных. Отметим, что уточнение значений КПП даже в рамках первого эксперимента позволило понизить величину относительной невязки восстановленных и измеренных значений коэффициента направленного рассеяния с 16 до 6–9%, т.е. в среднем в 2 раза.

Образец	t , ч	Диапазоны, нм						$N \cdot 10^{-3}$, см $^{-3}$	$S \cdot 10^{-2}$, мкм $^2 \cdot$ см $^{-3}$	$V \cdot 10^{-1}$, мкм $^3 \cdot$ см $^{-3}$	$r_{эф}$, нм
		I		II		III					
Береза	2,4	$r_n = 30$	$r_k = 110$	$r_n = 111$	$r_k = 600$	$r_n = 601$	$r_k = 870$	65,4	70,0	52,3	224
		$n = 1,535$	$\chi = 0,0027$	$n = 1,528$	$\chi = 0,0027$	$n = 1,600$	$\chi = 0,004$				
	5,0	$r_n = 30$	$r_k = 110$	$r_n = 111$	$r_k = 550$	$r_n = 551$	$r_k = 1020$	53,2	60,0	46,15	230
		$n = 1,534$	$\chi = 0,01$	$n = 1,534$	$\chi = 0,011$	$n = 1,534$	$\chi = 0,013$				
	9,1	$r_n = 30$	$r_k = 110$	$r_n = 111$	$r_k = 500$	$r_n = 501$	$r_k = 870$	34,4	42,4	35,1	248
		$n = 1,537$	$\chi = 0,0170$	$n = 1,532$	$\chi = 0,0027$	$n = 1,543$	$\chi = 0,028$				
12,4	$r_n = 30$	$r_k = 110$	$r_n = 111$	$r_k = 450$	$r_n = 451$	$r_k = 870$	27,2	33,7	28,3	252	
	$n = 1,537$	$\chi = 0,018$	$n = 1,543$	$\chi = 0,015$	$n = 1,544$	$\chi = 300$					
20,1	$r_n = 30$	$r_k = 110$	$r_n = 0,111$	$r_k = 600$	$r_n = 601$	$r_k = 870$	15,4	19,4	16,5	255	
	$n = 1,537$	$\chi = 0,0160$	$n = 1,543$	$\chi = 0,015$	$n = 1,580$	$\chi = 308$					
Кора березы	1,8	$r_n = 30$	$r_k = 137$	$r_n = 138$	$r_k = 892$	$r_n = 893$	$r_k = 1590$	24,6	47,1	63,7	405
		$n = 1,545$	$\chi = 1,180$	$n = 1,530$	$\chi = 0,00013$	$n = 1,516$	$\chi = 0,002$				
	4,3	$r_n = 30$	$r_k = 120$	$r_n = 121$	$r_k = 892$	$r_n = 893$	$r_k = 1590$	21,4	39,8	52,6	396
		$n = 1,545$	$\chi = 1,180$	$n = 1,530$	$\chi = 0,0001$	$n = 1,534$	$\chi = 0,005$				
	9,0	$r_n = 30$	$r_k = 137$	$r_n = 138$	$r_k = 692$	$r_n = 693$	$r_k = 1490$	14,6	26,9	33,2	370
		$n = 1,575$	$\chi = 1,180$	$n = 1,529$	$\chi = 0,001$	$n = 1,574$	$\chi = 0,0037$				
18,0	$r_n = 30$	$r_k = 142$	$r_n = 143$	$r_k = 542$	$r_n = 543$	$r_k = 1300$	8,75	14,1	14,4	305	
	$n = 1,530$	$\chi = 1,137$	$n = 1,530$	$\chi = 0,0013$	$n = 1,600$	$\chi = 0,008$					
29,2	$r_n = 30$	$r_k = 150$	$r_n = 151$	$r_k = 532$	$r_n = 534$	$r_k = 1280$	4,42	6,66	6,32	285	
	$n = 1,481$	$\chi = 1,1140$	$n = 1,511$	$\chi = 0,0027$	$n = 1,541$	$\chi = 0,010$					
Кора лиственницы	1,85	$r_n = 30$	$r_k = 100$	$r_n = 101$	$r_k = 1082$	$r_n = 1083$	$r_k = 1690$	49,1	77,9	94,7	364
		$n = 1,549$	$\chi = 0,99$	$n = 1,548$	$\chi = 0,0001$	$n = 1,503$	$\chi = 0,0001$				
	7,0	$r_n = 30$	$r_k = 110$	$r_n = 111$	$r_k = 593$	$r_n = 594$	$r_k = 1350$	46,8	49,5	47,8	290
		$n = 1,47$	$\chi = 0,765$	$n = 1,551$	$\chi = 0,0001$	$n = 1,585$	$\chi = 0,001$				
	12,0	$r_n = 30$	$r_k = 90$	$r_n = 91$	$r_k = 592$	$r_n = 593$	$r_k = 1420$	29,0	32,2	31,6	294
		$n = 1,443$	$\chi = 0,44$	$n = 1,556$	$\chi = 0,0018$	$n = 1,613$	$\chi = 0,0062$				
19,8	$r_n = 30$	$r_k = 90$	$r_n = 91$	$r_k = 592$	$r_n = 593$	$r_k = 1230$	18,0	19,5	20,2	312	
	$n = 1,443$	$\chi = 0,44$	$n = 1,556$	$\chi = 0,0018$	$n = 1,619$	$\chi = 0,011$					

В экспериментах с корой относительная невязка уменьшилась с 28–33 до 8–11%, т.е. почти в 3 раза.

В 9–11-й колонках таблицы представлены значения суммарной счетной концентрации дымовых частиц, их сечения и объема, рассчитанных по восстановленным гистограммам функции плотности распределения сечения дымовых частиц по размерам dS/dr (рис. 2).

Оценки показывают, что эффективный радиус дымовых частиц, генерируемых из коры, несколько крупнее, чем радиус частиц из очищенных образцов березы (см. 12-ю колонку). В то же время следует отметить, что из коры березы генерируется дым примерно того же объемного содержания, что и дым из очищенных от коры образцов: ($V_2(t = 1,8 \text{ ч}) \sim 523$ и $V_1(t = 2,4 \text{ ч}) \sim 637$ мкм $^3 \cdot$ см $^{-3}$), но с меньшей счетной концентрацией частиц ($N_2(t = 1,8 \text{ ч}) \sim 2,46 \cdot 10^4$ см $^{-3}$). Нижние индексы обозначают номер рассматриваемого эксперимента, к результатам которого следует отнести величину анализируемого параметра.

Счетная концентрация дымовых частиц, полученных в результате пиролиза очищенных от коры

образцов березы $N_1(t = 2,4 \text{ ч}) \sim 6,54 \cdot 10^4$ см $^{-3}$, почти трехкратно превосходит $N_2(t = 1,8 \text{ ч})$ и на 33% концентрацию дымовых частиц, образованных при разложении коры лиственницы $N_3(t = 1,85 \text{ ч}) \sim 4,91 \cdot 10^4$ см $^{-3}$.

На рис. 2 приведены гистограммы плотности распределения сечения дымовых частиц по размерам, восстановленные с использованием приведенных в таблице данных о вариациях КПП на различных интервалах размеров.

Результаты обращения спектрофелометрических данных показывают, что спектр размеров дымовых частиц, генерируемый из очищенных от коры образцов березы (рис. 2, а), заметно уже, чем спектры, полученные при пиролизе коры березы (рис. 2, б) и лиственницы (рис. 2, г, в). Специфика дисперсного состава дыма, образованного при пиролизе очищенных образцов березы, такова, что основной вклад в ослабление видимого оптического излучения обеспечивает тонкодисперсная фракция частиц $r < 500$ нм. Поскольку в этом случае генерируются слабо поглощающее видимое излучение частицы, то и альbedo однократного рассеяния близко к единице.

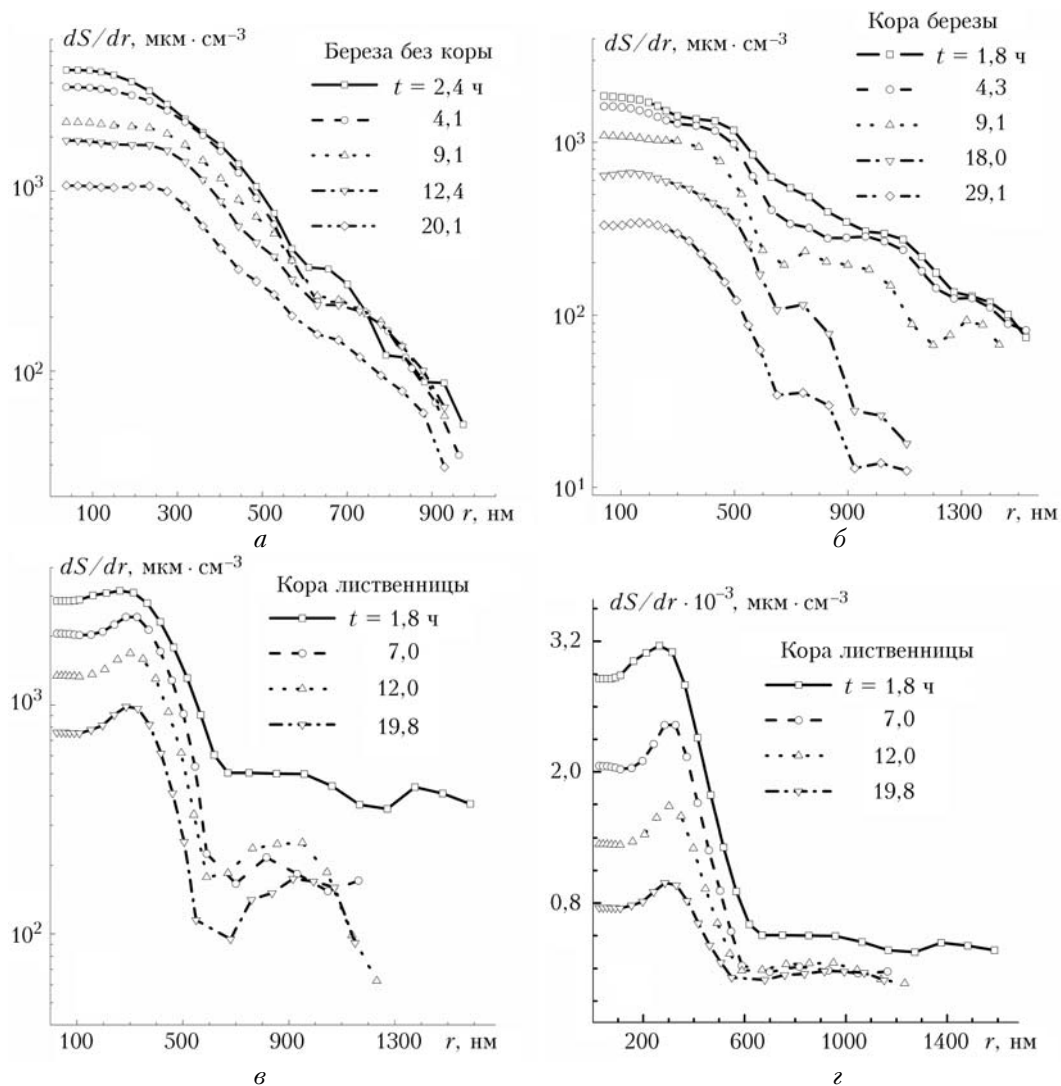


Рис. 2. Спектры плотности распределения сечения дымовых частиц по размерам dS/dr , восстановленные по результатам дымовых экспериментов

Оценки КПП, полученные для тонкодисперсной фракции по результатам спектрофелометрических измерений во втором эксперименте (см. 6–10-ю строки таблицы, 3–4-ю колонки), показывают, что при пиролизе коры березы резко возрастает мнимая часть показателя преломления до значений $\chi \sim 1,2$. Поглощение тонкодисперсной фракции, которое получено на основе полной совокупности спектрофелометрических данных, не столь существенно для однократного рассеяния. Тем не менее такое уточнение, как уже было отмечено ранее, понижает относительную невязку восстановленных и измеренных значений коэффициента направленного аэрозольного рассеяния в 2,0–2,5 раза.

Кроме того, оценки выявили, что в процессе выстаивания пиролизных дымов из коры березы и коры лиственницы происходит 5–8-кратное относительное увеличение со временем мнимой части показателя преломления крупной фракции дымовых частиц (см. данные, представленные в 8-й колонке таблицы). Принимая во внимание достаточно высокую счетную концентрацию частиц (см. 9-ю

колонку), полученные оценки могут быть объяснены слипанием поглощающих частиц тонкодисперсной фракции со слабо поглощающей компонентой более крупных дымовых частиц в процессе броуновской коагуляции. Можно предположить, что в рассматриваемых дымах тонкодисперсные сильно поглощающие (сажевые) частицы активно взаимодействуют со слабо поглощающими крупными аэрозолями, приводя к увеличению со временем эффективности поглощения последних, и заметно изменяют за счет этого альбедо однократного рассеяния дымовой смеси.

Изменения спектра размеров дымовых частиц dS/dr при пиролизе очищенных от коры образцов березы (см. рис. 2, а) показывают, что относительное содержание крупнодисперсных частиц $r > 500$ нм в первом эксперименте не так велико, как в двух последующих (рис. 2, б–г). При этом в процессе выстаивания дыма содержание крупных частиц уменьшается не столь значительно, как это наблюдается для тонкодисперсных аэрозолей. В дымах пиролиза коры березы (см. рис. 2, б) наблюдается

противоположная тенденция. Содержание крупных частиц в таких дымах при их выстаивании в БАК уменьшается более существенно, чем тонкодисперсной фракции аэрозолей.

Спектры размеров дымовых частиц, образовавшихся при пиролизе коры лиственницы (рис. 2, *в, з*) и при пиролизе березовых материалов, имеют значительные отличия. Так, в спектре размеров частиц наблюдается отчетливо выраженный максимум dS/dr в интервале радиусов $r \sim 340$ нм, затем следует достаточно резкий спад концентраций (см. рис. 2, *з*) с последующим переходом в интервале размеров 550–1600 нм в приближенно нейтральный ход.

Обсуждение результатов

Поглощение излучения тонкодисперсной фракцией, которое выявлено на основе анализа полной совокупности спектрофелометрических данных, не столь существенно для альbedo однократного рассеяния. Тем не менее учет этой фракции позволяет снизить относительную невязку восстановленных и измеренных значений коэффициента направленного аэрозольного рассеяния в среднем в 2,0–2,5 раза. Повышение эффективности поглощения дымовыми аэрозолями (значений мнимой части комплексного показателя преломления частиц) при увеличении процентного содержания коры в составе древесных образцов отмечалось и ранее в дымовых экспериментах, особенно при повышении температуры пиролиза [3] или при переходе к режиму горения [3, 4]. Причем эта закономерность в ранее проведенных экспериментах фиксировалась при интерпретации данных нефелометрических измерений по традиционной методике с оценкой одного значения КПП, без дифференциации его значений по спектру размеров. Изменения эффективности поглощения излучения дымовыми аэрозолями отмечались также и при анализе дымов смешанного состава [5].

Цель дымовых экспериментов, обсуждаемых в настоящей статье, заключается в том, чтобы с учетом дифференциации КПП по спектру размеров показать, что активно поглощающая компонента генерируется и при сравнительно низких температурах пиролиза. Отметим, что сильно поглощающая («сажевая») компонента в этих экспериментах уверенно фиксировалась лишь на интервале тонкодисперсной фракции радиусами $r < 200$ нм. Более крупные частицы пиролиза на начальных временных стадиях обсуждаемых экспериментов представляли собой в основном слабо поглощающую компоненту углеводородных аэрозолей, генерируемых при термическом разложении древесных материалов.

С учетом достаточно высокой счетной концентрации «сажевых» частиц, небольшой продолжительности их времени жизни (в силу малых размеров) и установленной активности взаимодействия с более крупными частицами дымовые аэрозоли, попадая в реальную атмосферу, не могут не оказы-

вать влияния на эффективность поглощения природных аэрозолей. Очевидно, что на продолжительных временах релаксации дымовые аэрозоли в составе атмосферной дымки следует рассматривать как активную поглощающую тонкодисперсную компоненту, мигрирующую в процессе коагуляции (с более крупными частицами) по шкале размеров частиц дисперсной смеси. Как показывают полученные оценки, даже на временах порядка двух-трех десятков часов «сажевая» компонента способна повысить поглощающую активность крупной фракции в 5–8 раз (по величине показателя поглощения частиц).

Итак, анализ статистической изменчивости оптико-микрофизических свойств аэрозольной компоненты атмосферы по долговременным рядам натурных наблюдений [6, 7] показал, что в распределении индекса повторяемости значений аэрозольной оптической толщи (АОТ) атмосферы на разных длинах волн можно выделить три характерных интервала реализации измеряемых значений АОТ. Если в интервале наиболее вероятных значений распределение индекса повторяемости устойчиво (из года в год) следует логнормальному закону, то воздушные массы с повышенной мутностью атмосферы выпадают из указанной закономерности. Как правило, они содержат хорошо выраженную моду среднедисперсных частиц. Оценки показывают более чем пятикратное увеличение суммарного объема и сечения частиц аккумулятивной фракции. Есть основания предполагать, что эти «возмущенные» области атмосферы, обладающие повышенной мутностью, со временем размываются, «рассеиваются» и достигают значений АОТ из интервала наиболее вероятных состояний.

Анализ данных [6, 7] показывает, что в формировании аэрозольной «оптической погоды» Западной Сибири и в проявлении состояний атмосферы с повышенной мутностью важную роль играют масштабные возгорания лесов и торфяников [8, 9].

Результаты проведенных нами дымовых экспериментов позволяют предположить, что в случаях, когда причиной повышенной мутности воздуха являются лесные и торфяные пожары, при переходе атмосферы в интервал наиболее вероятных состояний длительная трансформация дымовых аэрозолей совместно с умеренно поглощающими частицами атмосферной дымки должна приводить к возрастанию мнимой части показателя преломления частиц.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 09-05-00064, 06-05-64842).

1. Рахимов Р.Ф., Козлов В.С., Макиенко Э.В., Шмаргунов В.П. Изменение микроструктуры древесных дымов в малогабаритной аэрозольной камере под воздействием различных факторов // Оптика атмосф. и океана. 2003. Т. 16. № 4. С. 337–346.
2. Рахимов Р.Ф., Козлов В.С., Макиенко Э.В. Некоторые особенности формирования дисперсной структуры дымовых аэрозолей при термическом разложении хвойной древесины. 1. Вариации массы сжигаемых образцов // Оптика атмосф. и океана. 2008. Т. 21. № 3. С. 218–222.

3. Рахимов Р.Ф., Козлов В.С., Макиенко Э.В. Некоторые особенности формирования дисперсной структуры дымовых аэрозолей при термическом разложении хвойной древесины. 2. Вариации температуры // Оптика атмосфер. и океана. 2008. Т. 21. № 4. С. 288–293.
4. Рахимов Р.Ф., Козлов В.С., Макиенко Э.В. Некоторые особенности формирования дисперсной структуры дымовых аэрозолей при термическом разложении хвойной древесины. 3. Дожигание неразложившихся остатков // Оптика атмосфер. и океана. 2008. Т. 21. № 5. С. 386–392.
5. Рахимов Р.Ф., Макиенко Э.В. Некоторые методические дополнения к решению обратной задачи для восстановления параметров дисперсной структуры дыма смешанного состава // Оптика атмосфер. и океана. 2010. Т. 23. № 3. С. 183–189.
6. Рахимов Р.Ф., Ужegov В.Н., Макиенко Э.В., Пхалагов Ю.А. О наиболее вероятных значениях коэффициента аэрозольного ослабления атмосферной дымки по долговременным рядам наблюдений на приземной горизонтальной трассе // Оптика атмосфер. и океана. 2005. Т. 18. № 7. С. 566–573.
7. Рахимов Р.Ф., Кабанов Д.М., Макиенко Э.В. Изменения дисперсного состава дымки при увеличении мутности атмосферы по результатам измерений АОТ в Томске // Оптика атмосфер. и океана. 2006. Т. 19. № 10. С. 841–850.
8. Рахимов Р.Ф., Ужegov В.Н., Макиенко Э.В., Пхалагов Ю.А. Микрофизическая интерпретация сезонной и суточной изменчивости спектральной зависимости коэффициента аэрозольного ослабления на приземных трассах // Оптика атмосфер. и океана. 2004. Т. 17. № 5–6. С. 386–404.
9. Афонин С.В., Белов В.В. Система космомониторинга лесных пожаров на территории Томской области. Часть 2. Оценка эффективности космомониторинга // Оптика атмосфер. и океана. 2001. Т. 14. № 8. С. 692–696.

R.F. Rakhimov, E.V. Makienko, V.S. Kozlov. The influence of the wooden ring bark on optical-microphysical properties of the pyrolysis smokes.

Variability of optical-microphysical properties of the smokes of pyrolysis formed at thermal decomposition of some wooden samples (rindless birch, birch rind, larch rind) is studied. The results of solution of the inverse problem using the data of spectral nephelometric measurements have shown that the actively absorbing component of particles can be generated at comparatively low temperatures of pyrolysis. The strongly absorbing finely dispersed fraction of “soot” particles with the radius less than 200 nm is observed in the size spectrum of the pyrolysis smokes of the birch and larch rinds. The larger particles are weakly absorbing, however, the imaginary part of the refractive index increases at staying the smoke because of interaction with the “soot” component. The estimates have shown that there are no significant differences in absorption of smoke particles formed by birch and larch rinds. However, the finely dispersed fraction of “soot” particles is absent in the birch rind smoke, i.e. the particles in the entire size range have weak absorption.