

Б.Д. Тхань, А.Б. Сивенков, Б.Б. Серков, Р.М. Асеева
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПИРОЛИЗА
ТРОПИЧЕСКИХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

Исследование закономерностей пиролиза материалов является одним из ключевых вопросов при оценке их пожарной опасности. Многочисленные экспериментальные работы, посвященные данному вопросу, достаточно полно характеризуют пожароопасность различных материалов, в частности древесины - одного из наиболее применяемых материалов в строительстве. Однако исследования влияния химического состава и породы древесины на закономерности пиролиза данного материала носят ограниченный характер.

Авторами проведено исследование влияния породы древесины на закономерности пиролиза и кинетические параметры разложения древесины. В качестве объектов исследования были взяты образцы древесины 5 тропических пород Вьетнама. Исследуемые образцы тропических деревьев включали 2 хвойные породы - тхонкарибэ (*pinus massoniana*), ваншам (*picea koraiensis nakai*), а также 3 лиственные породы – бачдан (*eucalyptus samandulensis*), кео тай тыонь (*acacia mangium*) и кео лай (*acacia auriculi-formis*).

Содержание основных компонентов и химический состав древесины определяли в работе [1]. Образцы различных пород древесины анализировались на термовесах ТГА-951, входящих в термоаналитический комплекс "Du Pont 9900". Для исследования были выбраны следующие условия проведения термогравиметрического анализа: атмосфера - воздух или атмосфера - азот до 500 °С и далее воздух, форма образцов - неоднородная стружка, навеска образца составляла 5-7 мг, скорости нагревания 5, 10 и 20 °С/мин, температурный интервал нагревания - от 20 до 600 °С, температурный интервал расчета кинетических параметров от 150 до 400 °С.

По термогравиметрическим (ТГ) и дифференциально-термогравиметрическим (ДТГ) кривым разложения судили о температуре начала и окончания различных стадий разложения исследуемых пород древесины, температуре, соответствующей максимальной скорости разложения, а также выходе нелетучего коксового остатка. Полученные кривые дифференциального термического анализа (ДТА) позволяют получить ценную информацию о поведении исследуемых образцов при нагревании и охарактеризовать их термостойкость по тепловому эффекту, возникающему в результате окисления или распада материала при определенной температуре.

В некоторых случаях для исследования использовали метод диффе-

рениально-сканирующей калориметрии (ДСК), а также исследовали выход горючих газов. Для определения кинетических параметров термического разложения образцов древесины был использован метод расчета Озавы-Флинна [2].

Результаты термического анализа исследуемых образцов в температурном интервале 150-600 °С в различных средах (азот и воздух) представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты термического анализа образцов древесины
в температурном интервале 150-600 °С
(до 500 °С в атмосфере азота, свыше 500 °С в атмосфере воздуха)**

Характеристика термического анализа	Порода древесины				
	Ваншам (ель)	Тхонгкарибэ (карибская сосна)	Бачдан (береза)	Кео лай	Кео тай тыонь
Потеря массы на участке 150-450 °С, %	71,1	71,1	66,1	73,0	70,5
Скорость потери массы, %/мин.	11,2	10,5	9,6	12,4	9,7
Температура начала разложения, $T_{нрз}$, °С	275	277	246	257	248
Температура максимальной скорости разложения, °С	375	369	362	371	359
Кокс (%) при 500 °С	22,4	21,8	27,5	20,8	22,3
Скорость окисления кокса, %/мин.	11,8	11,1	11,1	11,7	11,04

Из результатов, представленных в таблице, видно, что значения характеристик пиролиза (скорость потери массы, температура начала разложения, температура максимальной скорости разложения и ряд других) для различных пород древесины отличаются. Хвойные породы древесины (ваншам и тхонгкарибэ) характеризуются более высокими значениями скорости потери массы и температуры начала разложения образцов, по сравнению с лиственными породами древесины. Высокие значения температуры максимальной скорости разложения образцов хвойных пород (ваншам и тхонгкарибэ) обусловлены, прежде всего, большим суммарным содержанием лигнина и экстрактивных веществ.

Значения скоростей окисления кокса при температурах более 500 °С

являются приблизительно равными для различных пород древесины. Это свидетельствует о схожей способности к окислению карбонизованного остатка для различных пород древесины.

Результаты синхронного термического анализа (ТГ, ДТГ, ДСК, выход горючих газов) различных пород древесины в атмосфере воздуха показали, что во всех случаях имеются характерные закономерности пиролиза исследуемых образцов. Полученные характеристики термического анализа для различных пород древесины несколько отличаются друг от друга. Как показали результаты синхронного термического анализа для образцов древесины хвойных пород, значения температуры максимальной потери массы и соответственно максимальной скорости разложения выше, по сравнению с лиственными породами. При этой температуре имеется ярко выраженное пиковое значение выхода горючих газов на кривой выделения горючих газов. Сравнение результатов термического анализа, полученных в различных средах (воздух и азот), показало, что в атмосфере воздуха происходит более интенсивное окисление кокса. Термическое разложение для образцов древесины в атмосфере воздуха сдвигается в область низких температур.

На кривых дифференциально-сканирующей калориметрии для древесины различных пород можно выделить два характерных пика: эндотермический эффект испарения влаги ($\Delta H_{исп.}$) и экзотермический эффект термоокисления ($\Delta H_{экзо.}$). Для образца древесины ели значения данных эффектов составляют 52,05 Дж/г при температуре 100 °С и 5352 Дж/г при температуре 331 °С. Температура начала интенсивного окисления ($T_{но}$) для древесины ели составляет 224 °С.

Расчет кинетических параметров термического разложения исследуемых образцов показал, что с увеличением степени превращения (α) различных пород древесины наблюдается увеличение значений энергии активации (E_a). Для хвойных пород древесины значения энергии активации ниже по сравнению, с лиственными породами. Это является показательным при объяснении более быстрого выгорания хвойных пород древесины, по сравнению с лиственными породами.

Литература

1. Серков Б.Б., Сивенков А.Б., Тхань Б.Д., Асеева Р.М. Тепловыделение при горении древесины // Лесной вестник, Издательство Московского Государственного Лесного Университета, 2003 г. - № 5 (30). –С. 74-79.
2. Уэндландт У. Термические методы анализа. -М.: Мир, 1978 -526 с.