

Электронный дополнительный материал

УДК 661.832.2:544.723

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КАРБОНИЗАЦИИ КОРЫ ЛИСТВЕННИЦЫ НА СТРОЕНИЕ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ МЕТОДОМ ТЕРМОЩЕЛОЧНОЙ АКТИВАЦИИ*

© И.П. Иванов, Е.В. Веприкова**

Институт химии и химической технологии СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН,
Академгородок, 50/24, Красноярск 660036, Россия, verpikova2@mail.ru

* Полный текст статьи опубликован: Иванов И.П., Веприкова Е.В. Влияние условий предварительной карбонизации коры лиственницы на строение и сорбционные свойства активированных углей, синтезированных методом термощелочной активации // Химия растительного сырья. 2025. №4. С. 434–443. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250417207>.

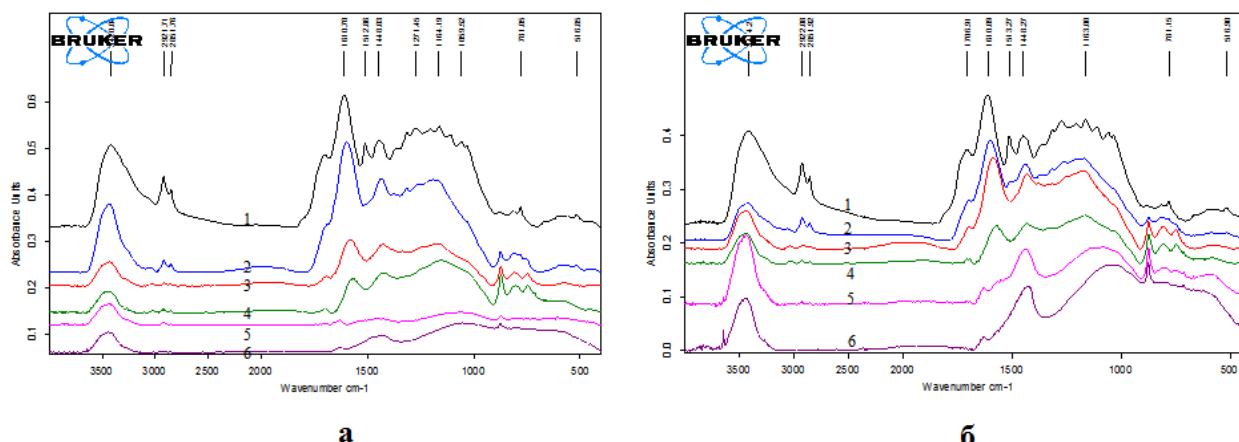
** Автор, с которым следует вести переписку.

ИК-спектры карбонизатов из коры лиственницы, полученных при различных условиях термообработки

Методика регистрации ИК-спектров карбонизатов из коры лиственницы. Регистрация ИК-спектров выполнена на ИК-Фурье спектрометре Tensor 27 (Bruker, Германия). Два компонента в массовом соотношении (1–5) : 1000 (образец : KBr) смешиваются в вибрационной мельнице DDR-GM 9458 в течение 2–5 мин до однородного состояния. Проба количественно переносится в пресс-форму для изготовления таблетки. Пресс-форма вакуумируется в течение всего периода прессования. Давление пресса 400 кг/см², время прессования 20–60 сек. Далее таблетка с исследуемым веществом помещается в кюветное отделение прибора. Затухание луча после прохождения образца регистрируется в средней инфракрасной области, обеспечивая картину поглощения в диапазоне 4000–400 см⁻¹ с разрешением 4 см⁻¹, число сканирований – 32. Обработка спектров проводится с использованием пакета программ OPUS версии 7.5 (Bruker). ИК-спектры карбонизированной коры лиственницы нормированы на навеску 3 мг.

Повышение температуры карбонизации со скоростью нагрева 10 °C/мин приводит к снижению интенсивности большинства полос поглощения (п.п.), представленных спектрах карбонизатов: п.п. при 3420 см⁻¹ (валентные колебания OH-групп разной природы); п.п. при 2922 и 2852 см⁻¹ (валентные колебания алифатических CH₂ и CH₃ групп); п.п с максимумом 1706 см⁻¹ (валентные колебания C=O связей в карбонилах, кетонах, альдегидах и др.); п.п. при 1611 см⁻¹ (валентные колебания карбонильных групп, включенных в сопряжение или связанных водородной связью, и пульсационные колебания C-C связи ароматического кольца); п.п. с максимумом 1448 и 1513 см⁻¹, обусловленными скелетными колебаниями ароматического кольца; п.п. в области 1315–1000 см⁻¹ (например, валентные колебания C-O связей спиртовых групп, C-O-C связей эфирных групп, фенольных гидроксилов, деформационные колебания CH₂ и CH₃ групп [1]). Отмечено, что наибольшее снижение интенсивности вышеперечисленных п.п. наблюдается при температуре карбонизации 500 °C и выше. В спектрах карбонизатов, полученных при 700 и 800 °C, присутствуют слабые сигналы, обусловленные колебаниями OH-группы (3641, 3437, 1055 см⁻¹), связей конденсированных ароматических структур (поглощение в диапазоне 1600–1650 см⁻¹ и 1500–1400 см⁻¹) и C-O-C связей эфирных ароматических структур (1056, 876 см⁻¹). Сравнительный анализ выявил увеличение интенсивности п.п. с максимумом 883 см⁻¹ (внеплоскостные деформационные колебания C-H связей ароматического кольца с различной степенью замещения) в спектрах карбонизатов, полученных при температурах 400–600 °C (рис. а).

Особенности изменения интенсивности характеристических полос поглощения в ИК спектрах карбонизатов, полученных при температуре 300–600 °C со скоростью нагрева 80 °C/мин, аналогичны приведенным для образцов, карбонизованных в том же интервале температур со скоростью нагрева 10 °C/мин (рис.).



ИК-спектры карбонизатов из коры лиственницы, полученных со скоростью нагрева 10 °C/мин (а) и 80 °C/мин (б). Температура карбонизации, °C: 1 – 300; 2 – 400; 3 – 500; 4 – 600; 5 – 700; 6 – 800

Повышение температуры карбонизации до 700 и 800 °C (скорость нагрева 80 °C/мин) приводит к изменению спектральной картины карбонизатов не только в сравнении с образцами, полученными при меньших температурах, но и по сравнению с образцами, полученными при одинаковой температуре со скоростью нагрева 10 °C/мин. Кривые 5 и 6 рисунка б показывают, что результатом сочетания высоких температур карбонизации (700 и 800 °C) и скорости нагрева 80 °C/мин является существенное увеличение интенсивности п.п при 3424 см⁻¹ (валентные колебания OH-групп разной природы), п.п. с максимумом 1448 см⁻¹ (обусловлены скелетными колебаниями ароматического кольца), п.п. с максимумом 884 см⁻¹ (внеплоскостные деформационные колебания C-H связей ароматического кольца с различной степенью замещения). В ИК спектре карбонизата, полученного при 800 °C, фиксируется узкая п.п. с максимумом 3643 см⁻¹, характерная для колебаний изолированных OH-групп на ароматических кольцах. Такая полоса представлена и в спектре карбонизата, полученного при 700 °C, но с меньшей интенсивностью (рис. б). Причиной наблюдаемых отличий могут быть диффузионные ограничения, затрудняющие выделение летучих кислородсодержащих продуктов термического разложения коры лиственницы из формирующейся пористой структуры углеродного материала.

Список литературы

1. Sokrates G. Infrared and Raman characteristic group frequencies: Tables and charts. West Sussex, 2001. 347 p.