

ТЕРМОДЕСТРУКЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ И ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ АТМОСФЕРЕ

С.Р. Лоскутов, д-р хим. наук, зам. директора,
ФГБУН ИЛ СО РАН, г. Красноярск, РФ.

lsr@ksc.krasn.ru

Шапченкова О.А., канд. биол. наук, н.с., ФГБУН ИЛ СО РАН, г. Красноярск, РФ.
shapchenkova@mail.ru

Анискина А.А., н.с., ФГБУН ИЛ СО РАН, г. Красноярск, РФ.
aniskina_a@ksc.krasn.ru

С помощью методов термического анализа исследована термодеструкция древесины хвойных и лиственных пород Сибири. Рассмотрены характеристики термического разложения компонентов древесинного вещества в окислительной атмосфере.

Древесина – один из наиболее распространенных материалов, применяемых в строительстве, мебельном производстве и других отраслях народного хозяйства. Широко исследованы физические, химические и механические свойства древесины разных пород. В последние годы в иностранной литературе появилось много работ по применению современных методов термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) в исследовании термических характеристик древесины различных пород и отдельных ее компонентов [2, 8], лигноцеллюлозных волокон [3]. Подобные данные для основных лесобразующих пород Сибири очень ограничены или вовсе отсутствуют. В связи с этим целью данной работы являлось изучение термических свойств древесины хвойных и лиственных пород, произрастающих в Центральной Сибири.

Объекты и методы. Образцы древесины были заготовлены в Красноярской лесостепи. Измельченную древесину (фракция ~0,1–0,3 мм) кондиционировали при температуре $20 \pm 1,5$ °С и относительной влажности воздуха 50–55 %.

Термогравиметрия и дифференциальная сканирующая калориметрия были осуществлены с помощью приборов TG 209 F1 и DSC 204 F1 («NETZSCH», Германия) соответственно. Образцы древесины проанализированы в окислительной атмосфере (воздух) при следующих условиях. ТГ: скорость нагрева 10 °С·мин⁻¹ от 25 до 700 °С, скорость потока защитного и продувочного газов 20 мл·мин⁻¹; масса образца 3,38–8,93 мг, тигель Al₂O₃ цилиндрической формы. ДСК: скорость нагрева 10 °С·мин⁻¹ от 25 до 590 °С, скорость потока защитного и продувочного газов 40 мл·мин⁻¹; масса образца 1,05–1,38 мг, тигель алюминиевый с перфорированной крышкой; эталон – пустой алюминиевый тигель.

Результаты и обсуждение. В качестве примера представлены результаты первичной обработки термограмм древесины осины в окислительной атмосфере (рис.). Термогравиметрическая кривая (ТГ) показывает изменение массы образца при повышении температуры, пик на дифференциальной термогравиметрической кривой (ДТГ) – температуру, при которой скорость изменения массы максимальна. Кривая ДСК отражает изменение теплового потока, происходящее при нагреве образца.

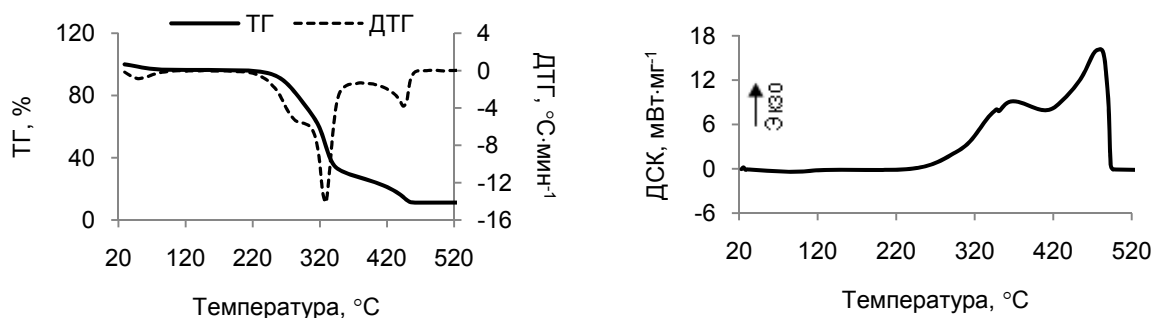


Рис. Термограммы (ТГ/ДТГ и ДСК) древесины осины

Как видно из рисунка, на кривых ТГ/ДТГ и ДСК выделяются три основных пика. Первый пик на кривой ДТГ связан главным образом с удалением физически адсорбированной воды. Потеря массы для всех пород довольно близкая, за исключением лиственницы (табл.).

Потеря массы образцами в интервале 170(209)–328(370) °С вызвана полным разложением гемицеллюлоз и целлюлозы, частичным разложением лигнина [4–7]. Лиственные породы характеризовались большей потерей массы термолабильных компонентов (олиго- и полисахаридов), чем хвойные. Среди хвойных пород пихта отличалась наименьшей долей термолабильных компонентов в составе древесинного вещества, а ель – наибольшей. Следует отметить также, что пихта характеризовалась са-

мой низкой температурой (298,6 °С) максимальной скорости термодеструкции (пик на кривой ДТГ) углеводной части древесинного вещества.

Плечо на кривой ДТГ и соответствующая ему точка перегиба при температуре 268,6–322,1 °С, обнаруженные для осины, березы и лиственницы, обусловлены разложением гемицеллюлоз [3–5, 9]. На кривых ДТГ древесины сосны, кедра, ели и пихты такого плеча не наблюдается, что, вероятно, связано с разным содержанием и составом гемицеллюлоз в древесине хвойных и лиственных пород. Известно, что содержание гемицеллюлоз в древесине лиственных пород выше, чем в древесине хвойных. При этом гемицеллюлозы лиственных пород состоят преимущественно из пентозанов, хвойных – из гексозанов. Древесина лиственницы отличается от других хвойных большим содержанием водорастворимых веществ, основную массу которых составляет арабиногалактан [1]. Потеря массы, обусловленная разложением гемицеллюлоз, для древесины березы и осины оказалась больше, а температура максимальной скорости термодеструкции ниже, чем для лиственницы (табл.). Это свидетельствует о том, что основная часть гемицеллюлоз лиственных пород разлагается при более низких температурах. Отмечено, что пентозаны легче подвергаются гидролизу и дегидратации, чем другие полисахариды древесины [10].

Таблица

Стадии термического разложения древесины в окислительной среде: температурный интервал и соответствующая ему потеря массы при нагревании образца со скоростью 10 °С/мин

Порода	Температурный интервал (пик ДТГ), °С				Остаточная масса, %
	<i>Потеря массы, %</i>				
Лиственница сибирская	35–191 (92,1)	191–303 (322,1)*	303–370 (342,0)	370–445 (444,8)	2,19
	4,31	18,13	36,13	35,82	
Сосна обыкновенная	35–134 (92,1)	200–366 (323,2)		366–456 (447,3)	0,26
	3,47	59,19		36,32	
Ель сибирская	35–125 (71,0)	188–348 (320,2)		348–473 (456,4)	0,43
	3,53	60,19		35,40	
Пихта сибирская	35–140 (86,6)	182–328 (298,6)		328–437 (407,6)	3,05
	3,90	51,25		47,45	
Сосна кедровая	35–120 (65,3)	170–339 (315,5)		339–441 (431,5)	0,50
	3,74	58,68		37,23	
Береза повислая	35–120 (71,4)	188–291 (283,2)*	291–339 (315,6)	339–448 (442,0)	2,12
	3,46	21,98	41,64	29,41	
Осина обыкновенная	35–120 (73,0)	209–286 (268,6)*	286–342 (311,3)	342–429 (420,8)	0,41
	3,22	21,58	43,77	29,90	

Примечание: * – температура в точке перегиба на кривой ДТГ.

Третий пик на кривой ДТГ обусловлен доразложением лигнина и сгоранием угля [6, 7]. В целом, потеря массы для хвойных пород оказалась значительно выше, чем для лиственных (табл.), что, по-видимому, связано с более высоким содержанием лигнина в древесине хвойных пород. Среди хвойных пород наибольшая потеря массы отмечена для пихты, наименьшая – для ели. При этом температурный интервал для пихты смещен на 11–42 °С в область более низких температур. Это свидетельствует о том, что лигнин пихты отличается меньшей термической устойчивостью. Лиственные породы характеризовались близкой потерей массы, но, судя по температурному интервалу и температуре максимальной скорости разложения, лигнин березы более устойчив к термической деструкции.

Резюмируя вышесказанное, можно отметить, что в составе древесины лиственных пород содержится больше термолабильных и меньше термостабильных компонентов по сравнению с древесиной хвойных. Среди хвойных пород древесина пихты отличается более низкой температурой разложения основной массы полисахаридов и лигнина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарков В.И., Куйбина Н.И. Химия гемицеллюлоз. – М.: Лесная промышленность, 1972. – 440 с.
2. Brostow W., Menard K.P., Menard N. Combustion properties of several species of wood // Chemistry and Chemical Technology. – 2009. – Vol. 3. – № 3. – P. 173–176.
3. D’Almeida A.L.F.S., Barreto D.W., Calado V., D’Almeida J.R.M. Thermal analysis of less common lignocelluloses fibers // Journal of thermal analysis and calorimetry. – 2008. – V. 91 (2). – P. 405–408.
4. Genestar C., Pons C. Analytical characterization of biodegraded wood from a 15th century Spanish cloister // Microchim Acta. – 2008. – V. 162. – P. 333–339.

5. Korošec R.C., Lavrič B., Rep G., Pohleven F., Bukovec P. Thermogravimetry as a possible tool for determining modification degree of thermally treated Norway spruce wood // *Journal Anal Calorim.* – 2009. – V. 98. – P. 189–195.
6. Órfão J.J.M., Antunes F.J.A., Figueiredo J.L. Pyrolysis kinetics of lignocellulosic materials-three independent reactions model // *Fuel.* – 1999. – V. 78. – P. 349–358.
7. Safi M.J., Mishra I.M., Prasad B. Global degradation kinetics of pine needles in air // *Thermochim Acta.* – 2004. – V. 412. – Is. 1–2. – P. 158–162.
8. Sebío-Puñal T., Naya S., López-Beceiro J., Tarrío-Saaverda J. Artiaga R. Thermogravimetric analysis of wood, holocellulose, and lignin from five wood species // *Journal Therm Anal Calorim.* – 2012. – V. 109. – P. 1163–1167.
9. Shen D.K., Gu S., Luo K.H., Bridgwater A.V., Fang M.X. Kinetic study on thermal decomposition of woods in oxidative environment // *Fuel.* – 2009. – V. 88. – P. 1024–1030.
10. Vichnevsky S., Fuhr B., Melnichuk J. Characterization of wood and non-wood mechanical pulps by differential thermal analysis // *Journal of pulp and paper science.* – 2003. – V. 29. – No. 1. – P. 17–20.

УДК 674.093.26

ВЛИЯНИЕ ПОРАЖЕННОСТИ ГРИБНЫМИ ОКРАСКАМИ НА ПРОЧНОСТЬ БЕРЕЗОВОЙ ФАНЕРЫ

Е.В. Милютина, магистр,
ФГБОУ ВПО «ПГТУ», г. Йошкар-Ола, РФ
Lena_my91@mail.ru

А.А. Колесникова, канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВПО «ПГТУ», г. Йошкар-Ола, РФ
Kolesnikovaaa@marstu.net

Выявлено влияние степени пораженности грибными окрасками на прочность фанеры.

При наблюдаемом спаде в развитии лесопромышленного комплекса, на сегодняшний день фанера является одним из наиболее эффективных видов продукции из древесины.

Наиболее распространенной породой для фанерного производства в России является береза, доступные запасы которой постоянно сокращаются. Проблема ухудшения качества сырья также остается актуальной [1].

Наиболее распространенными пороками в фанерном кряже является ложное ядро и ядровая гниль, относящиеся к группе пороков – грибные окраски. Здоровое ложное ядро с равномерно окрашенной центральной частью ствола не отличается по механическим свойствам от окружающей древесины. Патологическое ложное ядро в отличие от здорового в поперечном и продольных сечениях с неравномерной окраской пронизано буроватыми полосами и является началом ядровой гнили. Механические свойства по сравнению со здоровой древесиной несколько снижены [2].

Процесс поражения ложным ядром и постепенный переход в гнилое состояние происходит по изменению цвета древесины. Ложное ядро имеет различную степень интенсивности цвета и различную степень загнивания, которые могут влиять на прочность готовой продукции.

В вопросе влияния ложного ядра на физико-механические показатели древесины и шпона нет единства во взглядах. Одни авторы считают, что ложное ядро снижает основные механические показатели, другие утверждают, что оно не оказывает влияния на прочность древесины и шпона [3].

Наличие ложного ядра влияет на полезный выход и себестоимость, поэтому допуск этого порока ограничивается как в сырье, так и в готовой продукции.

Цель работы – выявление влияния степени интенсивности изменения окраски древесины ложного ядра на прочность березовой фанеры.

Для исследования влияния степени пораженности на прочность готовой продукции были взяты четыре группы шпона по ухудшению интенсивности цвета согласно техническим условиям на шпон [4]: (З) – здоровое (без изменения окраски); (П) – потемнение (здоровое изменение); (Н) – нездоровое изменение окраски; (Г) – гниль, которую исключили из опыта.

Набраны пакеты шпона из 9 разных комбинаций: ЗЗЗ, ПЗЗ, ЗПЗ, ЗНЗ, ППЗ, ПЗП, ЗНП, ППП, ННН. Из каждой комбинации пакета шпона в лабораторных условиях кафедры изготовлена фанера ФК, изготовлены образцы и испытаны на прочность при скалывании по клеевому слою согласно ГОСТ 15613.1–84. Всего испытаны 134 образца, по 14...17 образцов из каждой комбинации. Результаты испытаний обрабатывались статистически и построена гистограмма изменения предела прочности фанеры при скалывании в зависимости от степени изменения интенсивности цвета древесины, рис. 1.

Фанера с набором шпона ЗНЗ (с нездоровым цветом в одном слое) имеет лучшие показатели прочности. Последняя группа ННН, имеющая во всех трех слоях нездоровое изменение окраски, показала не самые худшие результаты.