

тельности ниже оптимальной, улучшается возможность для испарения влаги.

Таким образом, проведенные исследования показали, что независимо от давления прессования при варьировании продолжительности в пресс-материале происходят изменения, аналогичные изменениям, зафиксированным ранее при изменении температуры [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревесневших растительных остатков без добавления связующих. Под ред. проф. Петри В. Н. — М., 1976.

2. Глумова В. А., Желдакова В. В., Медведева Г. В. Изучение химического состава древесных пластиков в зависимости от температуры горячего прессования. — Лесной журнал, 1976, № 4.

УДК 674.812 : [634.0.812/813 : 543.42]

**Г. И. ПЕРЕХОЖИХ, А. Д. ЛАЗАРЕВА,
Н. И. КОРШУНОВА, В. Н. ПЕТРИ**
(Уральский лесотехнический институт)

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛАСТИКА ИЗ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ С ЛОЖНЫМ ЯДРОМ

В последнее время проведены исследования, свидетельствующие о возможности трансформации в пластик цельной древесины, не подвергнутой какой-либо предварительной химической или тепловой обработке [1]. В основу этих разработок было положено допущение, что при пьезотермическом воздействии на влажную цельную древесину происходит не только ее механическое уплотнение, но и химические изменения древесных компонентов, обуславливающие высокие и стабильные физико-механические свойства получаемых пластиков. В качестве исходного сырья опробовалась здоровая древесина в виде шпона, досок и брусков различных пород [2].

Из литературных данных известно, что ложноядровая древесина по основным своим свойствам заметно отличается от здоровой той же породы [3]. Большинство способов модификации цельной древесины предполагает предварительную ее пропитку; ложноядровая древесина имеет плохую проницаемость для пропитывающих жидкостей и считается нежелательной.

Значительные сырьевые ресурсы и высокие механические свойства березы обусловили широкое и разнообразное ее использование. Однако основная часть березового сырья поражена ложным ядром, что препятствует ее применению во многих деревообрабатывающих производствах.

Исходя из вышесказанного, была поставлена задача получения из древесины березы с любым содержанием ложного ядра полноценного пластического материала без какой-либо предварительной обработки исходного сырья.

Для исследований были отобраны 3 партии березовых образцов в виде брусков размерами $20 \times 50 \times 350$ мм. Первая партия — здоровая древесина, вторая — ложнодровая, третья — содержащая 50% ложного ядра. Изыскание оптимальных режимов получения древесного пластика из березовой древесины проводилось с использованием математических методов планирования экспериментов [4, 5]. Изучалось влияние следующих факторов: давления, МПа (x_1), температуры, °С (x_2), продолжительности горячего пресования, мин/мм толщины готового материала (x_4), влажности древесины, % (x_3), а также количественного содержания ложного ядра в ней (x_5) на физико-механические свойства получаемого материала.

Математическое исследование осуществлялось с помощью метода дробного факторного эксперимента типа 2^{5-2} .

Физико-механические показатели, определяемые по методике ЦНИИСК им. Кучеренко [6], рассматривались как отклики: y_1 — предел прочности при статическом изгибе, МПа; y_2 — водопоглощение за 24 ч, %; y_3 — разбухание по толщине при 24-часовом вымачивании в воде, %; y_4 — плотность образцов в абсолютно сухом состоянии, кг/м³; y_5 — влажность в момент испытаний, %.

На основании анализа данных экспериментов были найдены оптимальные режимы получения пластиков с различным содержанием ложного ядра в древесине и их физико-механические свойства (табл. 1).

Таблица 1

Условия проведения и результаты физико-механических испытаний

| Факторы | | | | | Отклики | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| \tilde{x}_1 | \tilde{x}_2 | \tilde{x}_3 | \tilde{x}_4 | \tilde{x}_5 | \bar{y}_1 | \bar{y}_2 | \bar{y}_3 | \bar{y}_4 | \bar{y}_5 |
| 9,0 | 170 | 12 | 3 | здоровая | 302 | 8,2 | 7,9 | 1396 | 8,3 |
| 8,5 | 160 | 13 | 3 | 50% ложного ядра | 270 | 6,9 | 5,8 | 1340 | 8,7 |
| 8,0 | 160 | 13 | 3 | 100% ложного ядра | 260 | 7,1 | 6,6 | 1250 | 8,0 |

Наблюдения за образцами, полученными из древесины, содержащей одновременно здоровую часть и ложное ядро, показали, что наличие ядра не приводит к появлению каких-либо нежелательных свойств у пластика (коробление, растрескивание и т. д.).

Электронный архив УГЛТУ

Отмечается лишь несколько более темная окраска той части пластика, которая получена из древесины ложного ядра.

Далее было проведено изучение химического состава ложного ядра березы по сравнению со здоровой древесиной той же породы,

Таблица 2

Результаты химического анализа исходных и прессованных образцов березовой древесины со спирто-бензольной экстракцией смолистых (в % от абсолютно сухой навески)

| Компоненты древесины | Анализируемый материал | | | |
|---|------------------------|---------|-----------------------|---------|
| | здоровая береза | | береза с ложным ядром | |
| | исходная | пластик | исходная | пластик |
| Смолистые | 3,15 | 5,22 | 5,02 | 6,97 |
| Водорастворимые | 1,16 | 3,51 | 1,09 | 2,86 |
| Легкогидролизуемые (по сухому остатку) | 32,18 | 30,05 | 33,70 | 31,30 |
| Лигнин по Комарову | 19,28 | 18,70 | 21,11 | 21,25 |
| Целлюлоза | 46,41 | 46,52 | 42,03 | 42,80 |

а также изменений, происходящих в березовой древесине при пезотермической ее обработке, методами химических анализов и ИК-спектроскопии. Химические анализы проводились по методикам,

Таблица 3

Результаты химического анализа исходных и прессованных образцов с эфирной экстракцией смолистых (в % от абсолютно сухой навески)

| Компоненты древесины | Анализируемый материал | | | |
|---|------------------------|---------|-----------------------|---------|
| | здоровая береза | | береза с ложным ядром | |
| | исходная | пластик | исходная | пластик |
| Смолистые | 1,46 | 1,12 | 1,90 | 1,47 |
| Водорастворимые | 1,73 | 4,93 | 2,23 | 5,81 |
| Легкогидролизуемые (по сухому остатку) | 33,30 | 31,84 | 34,13 | 32,87 |
| Лигнин по Комарову | 18,48 | 21,17 | 20,30 | 23,25 |

принятым в химии древесины. ИК-спектры снимались на спектрометре UR-20. Количественная обработка спектров сделана по методу ВООП [7], в качестве внутреннего стандарта использовалась полоса 1515 см^{-1} .

Результаты химических анализов со спирто-бензольной экстракцией смолистых веществ приведены в табл. 2; с эфирной экстракцией — в табл. 3. Относительные оптические плотности

Электронный архив УГЛТУ

основных полос поглощения ИК-спектров исходных образцов древесины березы и пластика из нее представлены в табл. 4.

По данным химического анализа и инфракрасной спектроскопии нужно отметить прежде всего некоторое различие в химическом составе здоровой древесины и древесины ложного ядра.

Таблица 4

Относительные интенсивности некоторых полос поглощения ИК-спектров для исходных и прессованных образцов березы

| Частота (ν), см ⁻¹ | Величина относительной оптической плотности (ВООП $\pm\sigma^*$) | | | |
|--|---|-------------------|--------------------------|-------------------|
| | здоровая древесина | | древесина с ложным ядром | |
| | исходная | пластик | исходная | пластик |
| 1750 | 1,255 \pm 0,012 | 1,246 \pm 0,041 | 1,056 \pm 0,031 | 0,916 \pm 0,028 |
| 1660 | 0,716 \pm 0,026 | 0,552 \pm 0,022 | 0,808 \pm 0,064 | 0,618 \pm 0,034 |
| 1605 | 0,907 \pm 0,008 | 0,866 \pm 0,043 | 0,976 \pm 0,020 | 0,901 \pm 0,015 |
| 1515 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 1380 | 1,669 \pm 0,028 | 1,552 \pm 0,036 | 1,566 \pm 0,078 | 1,367 \pm 0,021 |
| 1335 | 1,568 \pm 0,017 | 1,496 \pm 0,042 | 1,483 \pm 0,097 | 1,327 \pm 0,026 |
| 1250 | 2,201 \pm 0,053 | 2,011 \pm 0,049 | 2,005 \pm 0,125 | 1,745 \pm 0,023 |
| 1165 | 2,429 \pm 0,070 | 2,131 \pm 0,050 | 2,163 \pm 0,141 | 1,902 \pm 0,018 |
| 1065 | 3,737 \pm 0,160 | 3,237 \pm 0,133 | 3,316 \pm 0,186 | 2,899 \pm 0,054 |
| 1040 | 3,646 \pm 0,161 | 3,210 \pm 0,043 | 3,250 \pm 0,134 | 2,897 \pm 0,083 |
| 1000 | 2,537 \pm 0,120 | 2,307 \pm 0,080 | 2,217 \pm 0,150 | 2,007 \pm 0,027 |
| 905 | 0,699 \pm 0,020 | 0,739 \pm 0,020 | 0,603 \pm 0,061 | 0,596 \pm 0,028 |
| 840 | 0,158 \pm 0,028 | 0,202 \pm 0,024 | 0,114 \pm 0,024 | 0,151 \pm 0,010 |
| 3640 | 0,498 \pm 0,011 | 0,378 \pm 0,003 | 0,551 \pm 0,010 | 0,382 \pm 0,014 |
| 3540 | 2,320 \pm 0,214 | 1,951 \pm 0,004 | 2,202 \pm 0,106 | 1,871 \pm 0,068 |
| 3440 | 3,234 \pm 0,316 | 2,592 \pm 0,106 | 3,024 \pm 0,112 | 2,607 \pm 0,129 |
| 3340 | 2,723 \pm 0,136 | 2,234 \pm 0,056 | 2,544 \pm 0,085 | 2,196 \pm 0,064 |
| 3240 | 1,475 \pm 0,037 | 1,299 \pm 0,056 | 1,490 \pm 0,085 | 1,333 \pm 0,038 |
| 2930 | 1,108 \pm 0,020 | 1,017 \pm 0,030 | 1,130 \pm 0,052 | 0,931 \pm 0,033 |
| 2880 | 0,813 \pm 0,075 | 0,799 \pm 0,009 | 0,820 \pm 0,062 | 0,703 \pm 0,006 |

* σ — среднее квадратичное отклонение

В древесине березы, пораженной ложным ядром, содержится большее количество экстрагируемых спирто-бензолом, водорастворимых веществ и лигнина и меньшее количество целлюлозы. Изучение процессов, происходящих при получении древесных пластиков без связующих [2], показало, что повышение количества легкогидролизуемых и лигнина в исходном сырье благотворно влияет на физико-механические свойства пластиков.

Как видно из табл. 4, интенсивности полос поглощения ИК-спектров образцов ложного ядра в большинстве своем меньше, чем ВООП образцов здоровой древесины. Можно отметить, к примеру, уменьшение интенсивности (на 12%) полосы 1750 см⁻¹, по-

глюшение которой обусловлено преимущественно ацетильными группами [6]. Наблюдаемое уменьшение интенсивности поглощения (в среднем на 7%) в области валентных колебаний гидроксильных групп ($3\ 600\text{—}3\ 000\ \text{см}^{-1}$), возможно, вызвано меньшим количеством свободных гидроксильных групп и объясняет меньшую гидрофильность как исходной ложноядровой древесины, так и пластика из нее.

В результате пьезотермического воздействия на древесину березы как здоровую, так и с ложным ядром произошли изменения в содержании древесных компонентов (табл. 2, 3). Возросло количество водорастворимых и лигнина и уменьшилось количество легкогидролизуемых веществ. Увеличение спирто-бензольной фракции в пластиках (табл. 2) вызвано, видимо, переходом в спирто-бензольный экстракт продуктов химических реакций, прошедших при горячем прессовании, что подтверждается данными табл. 3.

Результаты ИК-спектроскопии показывают, что количественные изменения интенсивностей полос в пластиках из древесины березы, пораженной ложным ядром, и здоровой березы однотипны и аналогичны тем изменениям, которые происходят при получении пластиков из цельной древесины осины [8]. Различие величин ООП ИК-спектров исходных материалов и пластиков обусловлено количественными изменениями функциональных групп (гидроксильных, карбонильных и др.) вследствие реакций, прошедших при пьезотермической обработке древесины.

Выводы

1. Проведенные исследования показали возможность получения высококачественного древесного пластика путем пьезотермического воздействия на древесину березы, пораженную ложным ядром, без какой-либо предварительной химической или тепловой ее обработки, причем технологические параметры для нее должны быть несколько мягче, чем для здоровой (менее высокие значения давления и температуры).

2. При сопоставлении пластиков, полученных из цельной березовой древесины — здоровой и ложноядровой, можно констатировать:

физико-механические свойства пластиков из древесины с ложным ядром и здоровой весьма близки;

существенно важно, что пластик получается из древесины, в которой здоровая и пораженная ложным ядром части находятся в любых соотношениях.

3. По химическому составу ложноядровая древесина березы несколько отличается от здоровой, причем отличие это играет

положительную роль при получении древесного пластика. При пьезотермическом воздействии на здоровую и ложнодревую древесину произошли однотипные изменения в химическом составе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перехожих И. В., Аккерман А. С. Способ получения цельно-прессованной древесины повышенной стабильности.— В сб.: Древесные плиты и пластики.— Свердловск, 1973, вып. 30.
2. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревесневших растительных остатков без добавления связующих. Под ред. проф. Петри В. Н.— М., 1976.
3. Перелыгин Л. М. Древесиноведение.— М., 1969.
4. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.— М., 1976.
5. Лазарева А. Д. Использование математического планирования экспериментов в исследованиях по получению ЛУДП.— В кн.: Труды УЛТИ.— Свердловск, 1971, вып. 24.
6. Методы физико-механических испытаний модифицированной древесины.— М., 1973.
7. Карклинь В. Б., Эриньш П. П. Инфракрасная спектроскопия древесины и ее основных компонентов. Количественное сравнение инфракрасных спектров в исследовании древесины и лигнина.— Химия древесины, 1971, № 7.
8. Перехожих Г. И., Коршунова Н. И., Перехожих И. В. Исследование методом ИК-спектроскопии изменений, происходящих при горячем прессовании древесного сырья.— В сб.: Технология древесных плит и пластиков.— Свердловск, 1976, вып. 3.

УДК 674.812 : 634.0.812

И. В. ПЕРЕХОЖИХ
(Уральский лесотехнический институт)

ПРОДОЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ИСПЫТАНИИ НА ИЗГИБ ДРЕВЕСНОГО ПЛАСТИКА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ПЬЕЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЦЕЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Теория изгиба сплошных стержней, основанная на гипотезе, что поперечные сечения, плоские до деформации, остаются плоскими и не меняют своей формы после деформации, предполагает малость касательных τ_{xz} и нормальных δ_z напряжений, их незначительное влияние на перемещение точек балки и распределение напряжения δ_x (ось x направлена вдоль, ось z — перпендикулярно балки) [1, 2].

Сен-Венан в 1856 г. при решении задачи о поперечном изгибе консоли узкого прямоугольного сечения заметил искривление поперечного сечения балки от действия касательных напряжений τ_{xz} .

В древесном пластике, полученном путем пьезотермической обработки цельной древесины [3] и являющемся анизотропным