



ИССЛЕДОВАНИЕ ВАЖНЕЙШИХ ФИЗИКОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ИЗ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ПРОДУКТОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Часть 2. Изменение прочностей на изгиб и на растяжение перпендикулярно плитам

Юлия Михайлова

Abstract

Seventeen number laboratory particleboards from 2 kind of ligno-cellulosic materials (vine sticks and raspberry stems) were made under matrix for conducting the experiment.

The influence of density, the percentage contribution of the binder, the pressing duration and pressing temperature on the most important mechanical properties of the boards – bending strength and tensile strength perpendicular to the plane of the board.

Key words: *particleboards, ligno-cellulosic materials, bending strength, tensile strength perpendicular to the plane of the board.*

ВВЕДЕНИЕ

Расширение сырьевой базы для производства стружечных плит из альтернативных источников, какими являются лигноцеллюлозные продукты сельского хозяйства, представляет собой актуальной проблемой для стран с ограниченными древесными ресурсами. В настоящий момент лесопользование ограничено годовым приростом древесной массы и в недостаточной степени удовлетворяет потребности в крупноразмерной древесине. По данным отчета за 2010-2011 гг. Европейской федерации производителей ДСП, общий объем сырья, переработанного индустрией в ДСП за 2010 г. составляет 19 млн. тонн сухой древесины. В тоже время конкуренция для использования древесной биомассы в виде древесных стружек и опилок продолжает обостряться.

Лигноцеллюлозные продукты сельского хозяйства близки по анатомическому строению и химическому составу к древесине. Поэтому при создании подходящих технологических условий для их использования как сырья для стружечных плит они могли бы стать эффективным альтернативным источником для этого производства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В лабораторных условиях нами произведены трехслойные плиты с размерами 500x500x16 mm двух типов: из виноградных лоз (плиты типа Л) и из стеблей малины

(плиты типа М). Для лицевого слоя (ЛС) плит использована фракция 2,5/1,5, а для промежуточного слоя (МС) – фракция 4,0/2,5. Соотношение ЛС:МС составляет 40:60, влажность лигноцеллюлозных частиц равна 8%, а связующее вещества типа ФФС имело концентрацию 55%. Плотность готовых плит варьирует от 500 до 900 kg/m^3 , участие связующего вещества – от 8 до 12%, а температура прессования – от 150 до 190 °С. Из обоих типов сырья получены по 17 плит согласно матрице проведения эксперимента, которая представлена в табл. 1.

Таблица 1: Матрица для проведения эксперимента

| № плиты | Плотность ρ , kg/m^3 | $P_{л}$, % | Режим прессования | | |
|---------|------------------------------------|-------------|-------------------|--|----------|
| | | | τ , min/mm | p , МПа | T , °С |
| 1 | 500 | 12 | 0,75 | $P_{н}$ -2,4 $P_{ср}$ -1,2 $P_{кр}$ -0,6 | 170 |
| 2 | 600 | | | | |
| 3 | 700 | | | | |
| 4 | 800 | | | | |
| 5 | 900 | | | | |
| 6 | 700 | 8 | 0,75 | $P_{н}$ -2,4 $P_{ср}$ -1,2 $P_{кр}$ -0,6 | 170 |
| 7 | | 10 | | | |
| 8 | | 14 | | | |
| 9 | | 16 | | | |
| 10 | 700 | 12 | 0,55 | $P_{н}$ -2,4 $P_{ср}$ -1,2 $P_{кр}$ -0,6 | 170 |
| 11 | | | 0,65 | | |
| 12 | | | 0,85 | | |
| 13 | | | 0,95 | | |
| 14 | 700 | 12 | 0,75 | $P_{н}$ -2,4 $P_{ср}$ -1,2 $P_{кр}$ -0,6 | 150 |
| 15 | | | | | 160 |
| 16 | | | | | 180 |
| 17 | | | | | 190 |

РЕЗУЛЬТАТЫ И ДИСКУССИЯ

По действующим EN стандартам проведено исследование прочностей плит на изгиб и на поперечное растяжение, перпендикулярно плитам. Полученные результаты приведены в табл. 2.

Прочность на изгиб исследуемых плит увеличивается с повышением плотности плит (табл. 2 и рис. 1). При плотности плит 700 kg/m^3 и выше оба типа плит удовлетворяют требованиям стандарта БДС EN 312 для ДСП типа P5 и плиты можно использовать в несущих конструкциях, эксплуатируемых во влажной среде.

Влияние плотности плит на их прочность на растяжение перпендикулярно плитам показано на рис. 2. Увеличение плотности обоих типов плит вызывает повышение этой прочности – больше для плит из стеблей малины и меньше для плит из виноградных лоз. При плотности плит 700 kg/m^3 и выше оба типа плит удовлетворяют требованиям стандарта БДС EN 312 для ДСП типа P5 и их можно использовать в несущих конструкциях, эксплуатируемых во влажной среде.

Влияние процентного участия связующего вещества в составе плит на их прочность на изгиб показано на рис. 3. На нее ясно выражена тенденция к увеличению прочности на изгиб плит при повышении участия связующего вещества. При плитках типа М увеличение составляет 12 N/mm^2 – с 10 N/mm^2 при плитках с 8% участия ФФС прочность плит увеличивается на 22 N/mm^2 для плит с 16 % участием ФФС. При плитках типа Л увеличение составляет 8 N/mm^2 – с 13 N/mm^2 при плитках с 8% участия ФФС прочность плит увеличивается на 21 N/mm^2 для плит с 16 % участием ФФС. Все плиты за исключением плит типа М с 8% участием ФФС удовлетворяют требованиям стандарта БДС EN 312 к плитам общего назначения типа Р1 и Р2 для использования в сухой среде и для интерьера.

Таблица 2: Изменение механических свойств исследуемых плит в зависимости от их плотности, от процентного участия ФФС в составе плит, от продолжительности прессования и от температуры прессования

| Варьируемый фактор | Прочность на изгиб, N/mm^2 | | Прочность на растяжение, перпендикулярно плитам, N/mm^2 | |
|-----------------------|-------------------------------------|----|--|------|
| | Тип плиты | | Тип плиты | |
| $\rho, \text{kg/m}^3$ | М | Л | М | Л |
| 500 | 6 | 5 | 0,62 | 0,27 |
| 600 | 11 | 12 | 0,68 | 0,38 |
| 700 | 18 | 18 | 0,78 | 0,48 |
| 800 | 20 | 20 | 0,78 | 0,52 |
| 900 | 24 | 24 | 0,94 | 0,58 |
| $p, \%$ | М | Л | М | Л |
| 8 | 10 | 13 | 0,61 | 0,27 |
| 10 | 13 | 13 | 0,72 | 0,40 |
| 12 | 18 | 18 | 0,80 | 0,48 |
| 14 | 20 | 19 | 1,00 | 0,65 |
| 16 | 22 | 21 | 1,10 | 0,80 |
| τ, min | М | Л | М | Л |
| 10 | 15 | 17 | 0,61 | 0,28 |
| 12 | 15 | 17 | 0,72 | 0,41 |
| 14 | 18 | 18 | 0,80 | 0,48 |
| 16 | 13 | 19 | 1,63 | 0,90 |
| 18 | 13 | 18 | 2,15 | 1,26 |
| $T, ^\circ\text{C}$ | М | Л | М | Л |
| 150 | 13 | 15 | 0,62 | 0,26 |
| 160 | 17 | 17 | 0,73 | 0,33 |
| 170 | 18 | 18 | 0,80 | 0,48 |
| 180 | 16 | 17 | 0,98 | 0,65 |
| 190 | 14 | 16 | 0,92 | 0,54 |

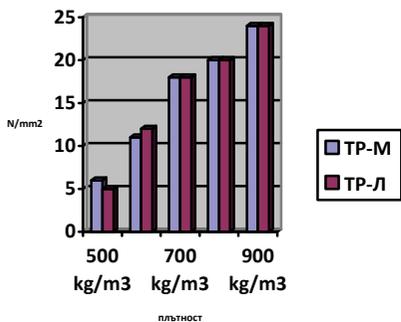


Рис. 1. Изменение прочности на изгиб плит в зависимости от их ρ

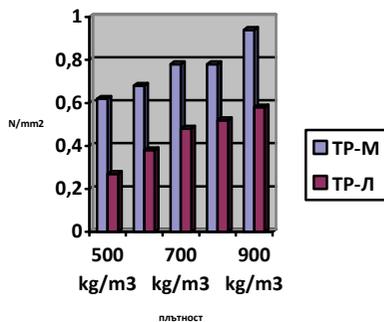


Рис. 2. Изменение прочности на растяжение плит в зависимости от их ρ

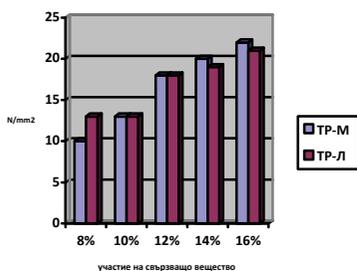


Рис. 3. Изменение прочности на изгиб плит в зависимости от участия ФФС

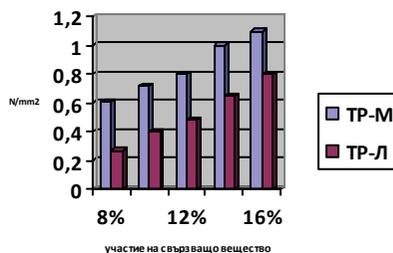


Рис. 4. Изменение прочности на растяжение плит в зависимости от участия ФФС

Плиты обоих типов М и Л с $p = 12\%$ и более можно использовать в несущих конструкциях во влажной среде (тип Р3 согласно БДС EN 312) а также в несущих конструкциях во влажной среде (тип Р5 согласно БДС EN 312)). Значения прочности на изгиб плит типа М с $p = 14\%$ и $p = 16\%$, а также плит типа Л с $p = 16\%$ можно классифицировать как плиты типа Р6 согласно БДС EN 312 – плиты для несущих конструкций повышенной нагружаемости для использования в сухой среде. Единственно плиты типа М достигают прочности на изгиб 22 N/mm^2 , чем удовлетворяют требованиям БДС EN 312 к плитам типа Р7 для несущих конструкций с повышенной нагружаемостью во влажной среде.

Влияние процентного участия связующего вещества в составе плит p на их прочность на растяжение перпендикулярно плитам показано на рис. 4. На рисунке заметна пропорциональная зависимость этой прочности от p . Более высокие прочности наблюдаются при плитах типа М. Из плит типа Л единственно те с $p = 8\%$ удовлетворяют требованиям БДС EN 312 для плит типа Р1 общего предназначения в сухой среде, а также БДС EN 312 для плит типа Р2 для использования в интерьере в сухой среде и БДС EN 312 для плит типа Р4 для использования в несущих конструкциях в сухой среде. Все плиты типа М и плиты типа Л с $p = 14\%$ и $p = 16\%$ соответствуют требованиям БДС EN 312 для плит типа Р6, используемых в несущих конструкциях с повышенной нагрузкой в сухой среде.

На рис. 5 и рис. 6 показано изменение соответственно прочности на изгиб и прочности на растяжение в зависимости от продолжительности прессования плит τ . Наибольшая прочность на изгиб 18 N/mm^2 плит типа М получена при продолжительности $\tau = 14 \text{ min}$, а для плит типа Л – 19 N/mm^2 при $\tau = 16 \text{ min}$.

Увеличение τ при обоих типах плит приводит к увеличению прочности на растяжение. В целом плиты типа М более прочны, чем плиты типа Л.

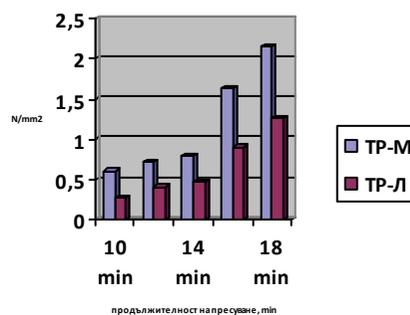
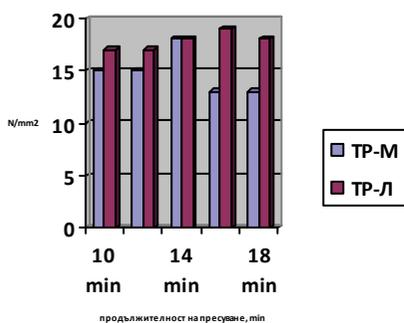


Рис. 5. Изменение прочности на изгиб плит в зависимости от τ

Рис. 6. Изменение прочности на растяжение плит в зависимости от τ

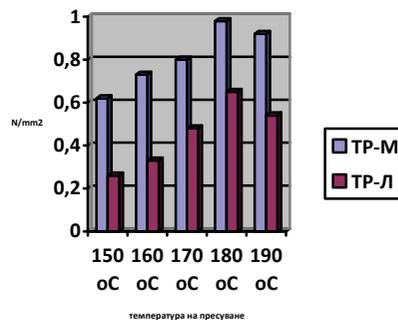
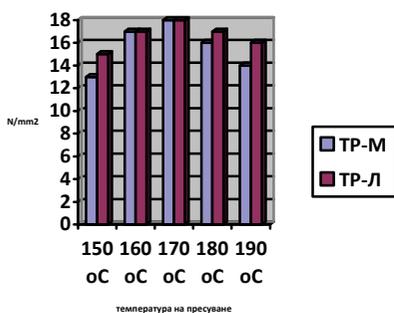


Рис. 7. Изменение прочности на изгиб плит в зависимости от T

Рис. 8. Изменение прочности на растяжение плит в зависимости от T

На рис. 7 и рис. 8 показано изменение прочности на изгиб и прочности на растяжение в зависимости от температуры прессования плит T . Для обоих типов плит наиболее благоприятной является $T = 170 \text{ }^\circ\text{C}$. Прочность на растяжение увеличивается с повышением T . Наивысшие значения этой прочности наблюдаются при $T = 180 \text{ }^\circ\text{C}$. При дальнейшем повышении T наступает уменьшение прочности для обоих типов плит. В целом плиты типа М более прочны.

ВЫВОДЫ

Проведенное экспериментальное исследование изменения прочностей на изгиб и на растяжение стружечных плит, полученных из виноградных лоз и стеблей малины,

в зависимости от плотности плит, участия связующего типа ФФС, продолжительности прессования и температуры прессования показало, что:

- Обе прочности увеличиваются с увеличением плотности плит;
- Увеличение участия связующего типа ФФС в составе плит вызывает увеличение обеих плотностей, что улучшает качество плит. При выборе процентного участия связующего необходимо иметь ввиду как предназначение плит, так и экономическую эффективность их производства, ибо увеличение участия связующего повышает себестоимость плит;

- Лучшие значения прочности на изгиб для плит типа Л получены при продолжительности прессования 16 min (1 min/mm), а для плит типа М – при 14 min (0,875 min/mm). Прочность на растяжение перпендикулярно плитам для обоих типов плит наивысшая при продолжительности прессования 18 min (1,125 min/mm).;

- Лучшее значение прочности на изгиб получено при температуре прессования $T = 170$ °С, а прочности на растяжение – при $T = 180$ °С. В качестве компромиссного варианта можно рекомендовать использование $T = 180$ °С.

Полученные результаты показывают, что по исследуемым параметрам плиты из лигноцеллюлозных продуктов сельского хозяйства полностью отвечают требованиям стандартов для стружечных плит соответствующего предназначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. European Panel Federation, Annual Report 2010 – 2011, pp. 22- 23.
2. Mihailova J., T.Todorov, R. Grigorov, B. Iliev, M. Pesevski (2007). Quality indicator of grapevine rods as raw material for production of particleboards. Proceedings of the International Symposium “Sustainable forestry – problems and challenges”, Ohrid, R Macedonia, pp. 449 – 455.
3. Yosifov N., J. Dimeski, J. Mihailova, B. Iliev (2001). Grapevine rods-potential substitute for wood raw material in production of boards. Third Balkan Scientific conference, Sofia, pp. 139 – 147.
4. <http://www.forestprod.org/shop/index.html/>
5. <http://www.woodconsumption.org>
6. www.agriboard.com
7. www.fao.org/forestry/
8. www.bc.bangor.ac.uk
9. www.chempolis.com
10. www.ecn.nl/phyllis.