

УДК 674.812.419

DOI: 10.18698/2542-1468-2017-4-42-46

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ФАНЕРЫ С ВНУТРЕННИМ ЗАПОЛНЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОТ ФОРМАТНОЙ ОБРЕЗКИ

С.А. Угрюмов

Поволжский государственный технологический университет, 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3, ПГТУ

ugr-s@yandex.ru

В фанерном производстве неизбежно образуется большое количество отходов, в том числе отходы от форматной обрезки в виде реек шириной 2,5...3,5 см, составляющих в зависимости от формата производимой фанеры 7...9 % объема необрезной фанеры. Данные отходы могут быть повторно использованы при формировании внутреннего слоя фанеры. Проанализированы известные технические решения по использованию отходов фанерного производства, предложены конструкции фанерной продукции с внутренними слоями на основе отходов от форматной обрезки, изготовлены опытные образцы фанеры и исследованы ее основные прочностные характеристики. Для оценки прочностных характеристик применялись стандартные методики, при этом для оценки предела прочности при изгибе вдоль волокон наружных слоев и для оценки предела прочности при скалывании по клеевому слою были изготовлены образцы таким образом, чтобы в поперечном сечении оказалось не менее двух реек во внутреннем слое. Результаты экспериментов показали, что при формировании фанеры с внутренними слоями из реек, полученных из отходов от форматной обрезки, происходит некоторое снижение прочности, что обосновано неоднородностью внутреннего заполнения и наличием зазоров. В то же время предел прочности при изгибе вдоль волокон у всех образцов превышает нормированное значение по ГОСТ 3916.1–96. Особенно важно то, что конструкция такой фанеры позволяет снизить ее плотность. Предложенный вариант производства фанеры с внутренним заполнением на основе отходов от форматной обрезки позволяет эффективно утилизировать и перерабатывать отходы фанерного производства с выпуском конструкционного материала, уменьшить материалоемкость производства фанеры за счет снижения расхода лущеного шпона и клеевых материалов, снизить себестоимость выпускаемой фанерной продукции.

Ключевые слова: фанера, лущеный шпон, отходы от форматной обрезки, рейки, склеивание, прочность, плотность

Ссылка для цитирования: Угрюмов С.А. Исследование прочностных свойств фанеры с внутренним заполнением на основе отходов от форматной обрезки // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 4. С. 42–46. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-4-42-46

Фанера общего назначения традиционно используется в строительной сфере как облицовочный и настилочный материал при производстве зданий и сооружений, а также в качестве опалубки при возведении монолитных домов.

В процессе производства фанеры образуется большое количество отходов, их общая доля отходов может превышать 50 % [1]. Одним из видов отходов являются отходы от форматной обрезки в виде реек шириной, как правило, 2,5...3,5 см, составляющие от 7 до 9 % объема необрезной фанеры в зависимости от формата производимой фанеры [2]. При наличии сопутствующего производства плитных древесных материалов отходы перерабатываются (измельчаются) и направляются для формирования плит или иных композиционных материалов [3]. В противном случае перед фанерными предприятиями стоит задача переработки и утилизации отходов.

Целью данной работы является поиск эффективных путей возвратного использования отходов от форматной обрезки в производстве фанеры. Автором проанализированы известные технические решения по использованию фанерных отходов, предложены конструкции фанерной продукции с внутренними слоями на основе отходов

от форматной обрезки, изготовлены опытные образцы фанеры и исследованы ее основные физико-механические характеристики.

Материалы и методика

Известны различные способы формирования внутреннего слоя фанеры и иных плитных древесных материалов, при производстве которых используются отходы форматной обрезки в виде частиц реек как основа наполнителя облегченных плитных древесных материалов. Весьма эффективна система производства листовых материалов, в которой продольные слои выполнены составными по длине или ширине листов шпона и соединены между собой торцовыми кромками попарно Z-образными клеевыми полосами, а поперечные слои выполнены в виде многослойных форматных обрезков, расположенных вдоль волокон древесины поперечного слоя [4]. Недостатком данного метода являются высокая материалоемкость и низкие показатели тепло- и звукоизоляции.

При другом методе производства древесный материал состоит из склеенных наружных и внутренних слоев, причем каждый внутренний слой выполнен из параллельно размещенных с интер-

валом полос материала и является основанием для следующего слоя, полосы которого размещены под углом к полосам предыдущего. Начиная с третьего внутреннего слоя полосы расположены со смещением относительно полос первого внутреннего слоя [5, 6]. При использовании данного метода снижаются материалоемкость и плотность. Недостатком такого материала является его неоднородность, из-за которой материал по-разному себя ведет в разных условиях эксплуатации (например, при изменении температуры и влажности). В результате возникают различные деформации и напряжения в клеевых слоях.

Известны также строительные материалы в виде стеновых панелей повышенной толщины, внутри которых находятся полые каркасы из форматной фанеры или иных плитных материалов достаточно высокого качества с заполнением полостей теплоизоляционными материалами или без заполнения [7]. Но данные материалы достаточно дороги, так как при их производстве в основном используются полноформатные древесные материалы.

Нами предложены конструкции фанеры с наружными слоями из взаимно перпендикулярных листов форматного лущеного шпона и внутренними слоями, сформированными путем установки на ребро реек, полученных из отходов от форматной обрезки. В качестве клеевого связующего в данном материале целесообразно использовать клей, применяемый в фанере, из которой изготовлены рейки для внутреннего слоя, или иные клеи с учетом их реологических характеристик [8], требуемых клеящих и адгезионных свойств [9, 10]. Поскольку во внутреннем слое рейки поставлены на ребро, их склеивание с поверхностью шпона происходит с повышенной впитываемостью в слоях шпона с торцовыми срезами, поэтому необходимо увеличивать расход клея или его вязкость для обеспечения требуемого расхода в клеевом соединении [11].

При осуществлении экспериментальной части работы были изготовлены образцы фанеры на основе карбамидоформальдегидной смолы КФН-66. В качестве древесного сырья применялся лущеный березовый шпон номинальной толщиной 1,5 мм и рейки шириной и толщиной по 10 мм. Номинальная толщина готовой фанеры составляла 14 мм.

Сборка пакетов фанеры заключалась в подборе и укладке листов шпона и реек внутреннего слоя с разными расстояниями между ними в соответствии с заданной конструкцией (рис. 1). Клей наносился на обе стороны внутренних (четных) слоев шпона и на торцовую поверхность реек. Помимо этих образцов, были изготовлены в качестве эталона образцы фанеры только из форматного шпона.

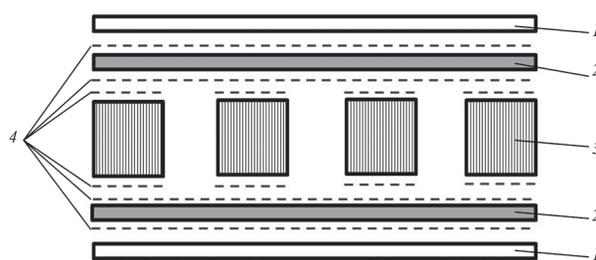


Рис. 1. Конструкция фанеры: 1 — продольные слои шпона; 2 — поперечные слои шпона; 3 — рейки, поставленные на ребро; 4 — клеевые швы

Fig. 1. Construction of plywood: 1 — longitudinal layers of veneer; 2 — transverse layers of veneer; 3 — laths put on an edge; 4 — glued seams

Горячее прессование собранных пакетов осуществлялось в лабораторном гидравлическом прессе при температуре плит 125 °С, удельном давлении прессования 2 МПа, времени выдержки под давлением 7 мин. После выгрузки из пресса и нормализации качества в течение суток был произведен раскрой на образцы для проведения испытаний.

Предел прочности при изгибе оценивался по ГОСТ 9625–2013, предел прочности при скалывании по клеевому слою — по ГОСТ 9624–2009. Для оценки предела прочности при изгибе вдоль волокон наружных слоев были изготовлены образцы шириной от 50 до 60 мм таким образом, чтобы в поперечном сечении оказалось не менее двух реек во внутреннем слое. Предел прочности при изгибе поперек волокон наружных слоев оценивался на образцах длиной 250 мм и шириной 50 мм. Внешний вид образцов представлен на рис. 2.

Для оценки предела прочности при скалывании по клеевому слою были изготовлены профильные образцы шириной от 30 до 40 мм таким образом, чтобы в плоскости скалывания оказалось не менее двух реек во внутреннем слое. Внешний вид образцов показан на рис. 3.

В таблице представлены сводные физико-механические показатели фанеры с различным зазором между рейками от форматной обрезки во внутреннем слое.

Результаты

Результаты испытаний показали, что при формировании фанеры с внутренними слоями из реек, полученных из отходов от форматной обрезки, происходит некоторое снижение прочности, что обосновано неоднородностью внутреннего заполнения и наличием зазоров. Однако предел прочности при изгибе вдоль волокон у всех образцов превышает нормированное значение по ГОСТ 3916.1–96. Важным моментом является то, что конструкция такой фанеры позволяет снизить ее плотность.

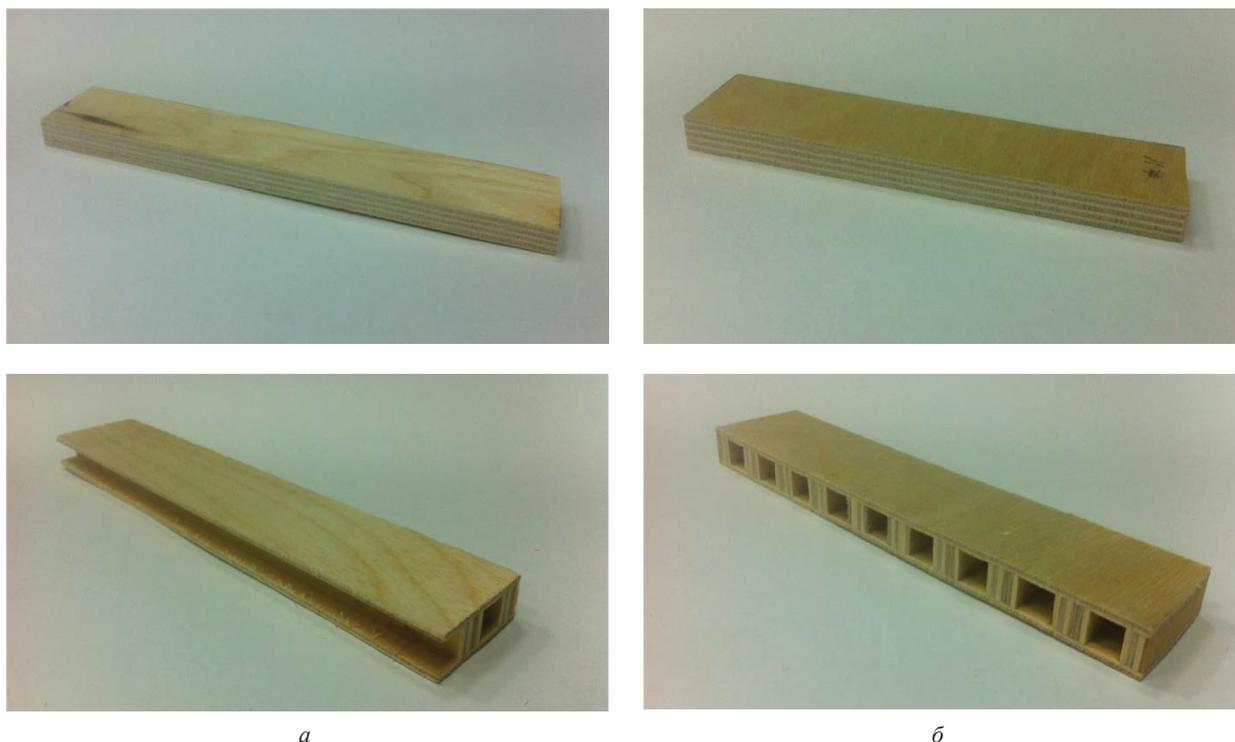


Рис. 2. Внешний вид образцов для определения предела прочности при изгибе: *a* — вдоль волокон; *б* — поперек волокон
Fig. 2. Appearance of the samples for determining the flexural strength: *a* — along the fibers; *б* — across the fibers

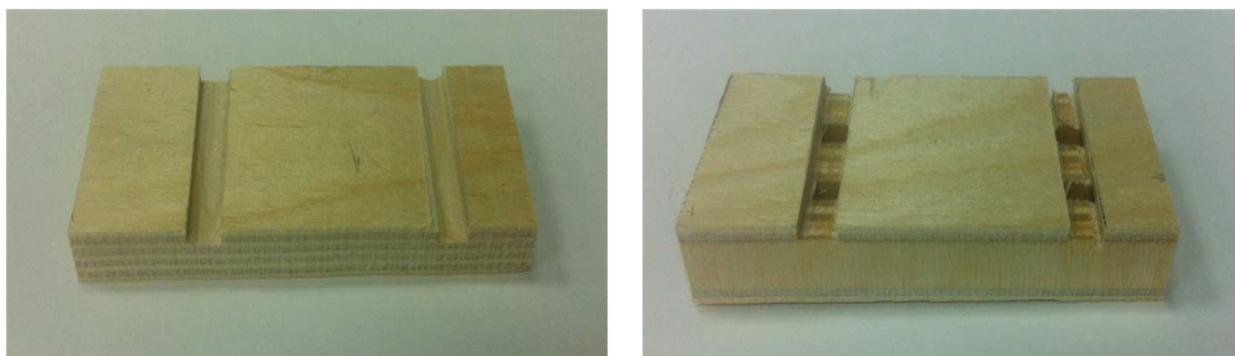


Рис. 3. Внешний вид образцов для определения предела прочности при скалывании по клеевому слою
Fig. 3. Appearance of the samples for determining the ultimate strength at shearing along the adhesive layer

Т а б л и ц а

Физико-механические свойства фанеры
Physical and mechanical properties of plywood

Вид фанеры	Расстояние между рейками, мм	Фактическая плотность, кг/м ³	Предел прочности при изгибе, МПа		Предел прочности при скалывании, МПа	
			вдоль волокон	поперек волокон	в сухом виде	после 24 ч вымачивания
Фанера общего назначения	–	711	112,2	68,9	4,36	2,43
Фанера с внутренним слоем из реек	0	688	102,1	35,2	2,68	1,73
	0,5	527	63,1	25,1	2,58	1,66
	1,0	465	42,1	19,3	2,64	1,71
	1,5	420	32,1	14,0	2,57	1,6
	2,0	395	28,6	11,3	2,52	1,67

Таким образом, предложенный вариант производства фанеры с внутренним заполнением на основе отходов от форматной обрезки позволяет эффективно утилизировать и перерабатывать отходы фанерного производства с выпуском конструкционного материала, уменьшить материалоемкость производства фанеры за счет снижения расхода лущеного шпона и клеевых материалов, снизить себестоимость выпускаемой фанерной продукции.

Список литературы

- [1] Волинский В.Н. Технология клееных материалов. Архангельск: АГТУ, 2003. 280 с.
- [2] Волков А.В. Справочник фанерщика. СПб.: СПбПУ, 2010. 486 с.
- [3] Угрюмов С.А., Смирнов Д.А. Организация технологического процесса производства композиционной фанеры // Вестник МГУЛ — Лесной вестник, 2006. № 3. С. 123–126.
- [4] Система производства листовых материалов при утилизации отходов форматных обрезков: Пат. 2005107906/22 RU, МПК C09J3/16 / И.В. Беккер, С.В. Андрияхин; заявитель и патентообладатель И.В. Беккер, С.В. Андрияхин; заявл. 22.03.2005, опубл. 27.05.2006, бюл. № 15. 6 с.
- [5] Слоистый древесный материал: Пат. 2003135692/03 RU, МПК C09J3/16 / В.Г. Савенко, А.А. Лукаш; заявитель и патентообладатель Брянская государственная инженерно-технологическая академия; заявл. 08.12.2003, опубл. 27.05.2005, бюл. № 15. 5 с.
- [6] Лукаш А.А. Технология новых клееных материалов. СПб.: Лань, 2014. 304 с.
- [7] Зубарев Г.Н. Конструкции из дерева и пластмасс. М.: Высшая школа, 1990. 287 с.
- [8] Borodulin A.S., Malysheva G.V., Romanova I.K. Optimization of rheological properties of binders used in vacuum assisted resin transfer molding of fiberglass // Polymer Science. Series D, 2015, v. 8., no. 4, pp. 300–303.
- [9] Malysheva G.V. Predicting the endurance of adhesive joints // Polymer Science. Series D, 2014, v. 7, no. 2, pp. 145–147.
- [10] Малышева Г.В. Физическая химия адгезивных материалов // Материаловедение, 2005. № 6. С. 38–40.
- [11] Nelyub V.A., Borodulin A.S., Kobets L.P., Malysheva G.V. Capillary hydrodynamics of oligomer binders // Polymer Science. Series D, 2016, v. 9, no. 3, pp. 322–325.

Сведения об авторах

Угрюмов Сергей Алексеевич — д-р техн. наук, профессор, кафедра деревообрабатывающих производств Поволжского государственного технологического университета, ugr-s@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 20.06.2017 г.

STUDY OF STRENGTH PROPERTIES OF PLYWOOD WITH AN INTERNAL FILLING ON THE BASIS OF WASTE

S.A. Ugryumov

Volga State University of Technology, 424000, Yoshkar-Ola, Lenin sq., 3, PSTU

ugr-s@yandex.ru

Large quantities of waste, including waste from trimming in the form of strips of plywood with a width of 2,5...3,5 cm, of the components depending on the format of the original plywood 7...9 % In plywood production are generated inevitably. These wastes can be used in the formation of the inner layer of plywood. The paper analyzes the known technical solutions for the recycling of plywood production, proposes design of plywood products with internal layers on the basis of waste of plywood prototypes in plywood and investigates its basic strength characteristics. To assess the strength the characteristics were determined using standard techniques, an evaluation of tensile strength at bending along fibres of the outer layers and for the evaluation of ultimate strength in shearing adhesive layer the samples were manufactured so that in cross section appeared to be at least two strips of plywood in the inner layer. The experimental results showed that the formation of shell layers from the waste of plywood, there is some decrease in strength due to their internal heterogeneity of the fill and the presence of gaps. However, the tensile strength at bending along fibres in all samples exceeds the normalized value according to GOST 3916.1-96. The important point is that the design of this plywood allows it to reduce its density. With the production of plywood with an internal filling on the basis of wastes from crop format allows to utilize and recycle waste forming plywood production with the release of the construction material, to reduce materials consumption for the production of plywood by reducing the consumption of veneer sheets and flow of the adhesive materials to reduce production costs of plywood production.

Keywords: plywood, rotary cut veneer, waste from trimming aspect, strips of plywood, bonding, strength, density

Suggested citation: Ugryumov S.A. *Issledovanie prochnostnykh svoystv fanery s vnutrennim zapolneniem na osnove otkhodov ot formatnoy obrezki* [Study of strength properties of plywood with an internal filling on the basis of waste]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2017, vol. 21, no. 4, pp. 42–46.

DOI: 10.18698/2542-1468-2017-4-42-46

References

- [1] Volynskiy V.N. *Tekhnologiya kleenykh materialov* [Technology of glued materials]. Arkhangel'sk: AGTU, 2003. 280 p.
- [2] Volkov A.V. *Spravochnik fanershchika* [Handbook of manufacturer of plywood]. Spb.: Publishing house of Polytechnical university, 2010. 486 p.
- [3] Ugryumov S.A., Smirnov D.A. *Organizatsiya tekhnologicheskogo protsessa proizvodstva kompozitsionnoy fanery* [Organization of the technological process of production of composite plywood] *Moscow state forest university bulletin — Lesnoy vestnik*, 2006, no. 3, pp. 123–126.
- [4] *Sistema proizvodstva listovykh materialov pri utilizatsii otkhodov formatnykh obrezkov* [System of production of sheet materials for waste disposal formatted scraps] Pat. № 2005107906/22 RU, MPK S09J3/16. I.V. Bekker, S.V. Andriyakhin; appl. 22.03.2005, publ. 27.05.2006, bull. no. 15, 6 p.
- [5] *Sloisty drevsnnyy material* [Layered wood material] Pat. № 2003135692/03 RU, MPK S09J3/16. V.G. Savenko, A.A. Lukash; appl. 08.12.2003, publ. 27.05.2005, bull. no. 15, 5 p.
- [6] Lukash A.A. *Tekhnologiya novykh kleenykh materialov* [Technology of new laminated materials]. Spb.: Lan', 2014, 304 p.
- [7] Zubarev G.N. *Konstruktsii iz dereva i plastmass* [Construction of wood and plastics]. Moscow: Vysshaya shkola [Higher school], 1990, 287 p.
- [8] Borodulin A.S., Malysheva G.V., Romanova I.K. Optimization of rheological properties of binders used in vacuum assisted resin transfer molding of fiberglass. *Polymer Science. Series D*, 2015, v. 8, no. 4, pp. 300–303.
- [9] Malysheva G.V. Predicting the endurance of adhesive joints. *Polymer Science. Series D*, 2014, v. 7, no. 2, pp. 145–147.
- [10] Malysheva G.V. *Fizicheskaya khimiya adgezivnykh materialov* [Physical chemistry of adhesives]. *Materialovedenie [Materials]*, 2005, no. 6, pp. 38–40.
- [11] Nelyub V.A., Borodulin A.S., Kobets L.P., Malysheva G.V. Capillary hydrodynamics of oligomer binders. *Polymer Science. Series D*, 2016, v. 9, no. 3, pp. 322–325.

Author's information

Ugryumov Sergey Alekseevich — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Department of wood processing industry of Volga State University of Technology, ugr-s@yandex.ru

Received 20.06.2017