

УДК 674.816.3

**МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ  
НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ЛЬНЯНОГО ОЧЕСА**

**A METHOD OF OBTAINING AND PROPERTIES OF WOOD-PARTICLE BOARDS  
ON THE BASIS OF THE COMBINATION OF THE FILLER  
WITH THE USE OF FLAX WASTE**

*С.А. УГРЮМОВ*

*S.A. UGRYUMOV*

(Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет)

(St. Petersburg State Forest Technical University)

E-mail: ugr-s@yandex.ru

*Предложено использование метода получения древесно-стружечных плит путем использования комбинированного наполнителя на основе древесных частиц в смеси с очесом льноволокна. Экспериментально установлено повышение прочности древесно-стружечных плит на основе комбинированного наполнителя за счет формирования более сплошной структуры плиты и армирующей роли льноволокна, содержащегося в очесе.*

*The method of obtaining wood-based panels by using mixed filler on the basis of wood particles mixed with hards of flax. It was established experimentally increasing the strength of chipboards on the basis of the combination of filler due to the formation of more solid plate structure and reinforcing the role of flax fibre contained in the tow.*

**Ключевые слова:** древесно-стружечная плита, армирование, древесный наполнитель, льноволокно, очес, физико-механические свойства.

**Keywords:** wood particle board panel, reinforcement, filler, flax fiber, tow, physico-mechanical properties.

Древесностружечные плиты являются распространенным конструкционным материалом и эффективно используются в производстве мебели, строительстве, отделке и многих других сферах. Современ-

ный уровень технологии позволяет использовать низкокачественную древесину различных пород и отходы деревоперерабатывающих производств, а сам процесс изготовления древесных плит характеризуется

высокой экономичностью и высокой степенью автоматизации, что обуславливает относительно низкую стоимость плит. Однако основная часть древесно-стружечных плит имеет относительно невысокую прочность, так как при ее изготовлении применяются древесные частицы, ослабленные в процессе резания, а ограниченный расход связующего не позволяет создать сплошные клеевые контакты между ними. Массово выпускаемая промышленностью трехслойная древесно-стружечная плита, наружные слои которой состоят из мелкой стружки, внутренний слой – из более крупной стружки, технологичны в производстве и применении, но обладают относительно невысокой прочностью при изгибе [1].

Основным видом нагружения древесно-стружечных плит при их эксплуатации является изгиб [2]. Зачастую в элементах мебели и строительных конструкциях наблюдается видимая деформация плит (изгиб) при действии значительных нагрузок. ГОСТ 10632–2014 "Плиты древесно-стружечные. Технические условия" нормируется предел прочности при изгибе не менее 5,5...13,0 МПа в зависимости от марки и толщины. Для большинства мебельных и строительных изделий данная прочность является достаточной, но для ответственных элементов, воспринимающих значительные нагрузки при эксплуатации, требуются плиты повышенной прочности.

Известно, что изгибающий момент, возникающий при изгибе, вызывает в поперечном сечении материала нормальные напряжения растяжения и сжатия вдоль волокон, а перерезывающая сила – касательные напряжения сдвига на скалывание вдоль волокон. Первые достигают максимальных значений в наружных слоях, наиболее удаленных от нейтральной плоскости, а вторые – в нейтральной зоне, которая теоретически располагается посередине высоты сечения [3]. Повышение прочности древесных плит возможно путем введения в их конструкцию упрочняющих прослоек (армированием) [4], при этом армирующие слои целесообразно располагать в поверхностных прослойках для предотвращения разрушения от касательных напряжений. Так, из-

вестны древесно-стружечные плиты из осмоленных древесных частиц с прослойками армирующей металлической сетки, перфорированным металлическим листом или тканым материалом [5], [6]. Недостатком таких плит является повышенная стоимость в случае применения металлической сетки или перфорированного листа, недостаточная прочность в случае применения тканого материала вследствие уменьшения адгезионной прочности в месте контакта осмоленных древесных частиц с сухой поверхностью прослойки. Основная прочность соединения достигается за счет контактирования и склеивания осмоленных древесных частиц внутри ячеек армирующих материалов. Повышение прочности плит возможно также путем введения в их конструкцию упрочняющих слоев из лущеного шпона [7], [8], однако при этом существенно усложняется технология и возрастает стоимость готовой продукции.

Известны способы производства древесных плит на основе древесных частиц или измельченных частиц их отходов однолетних растений (солома, костра льна и др.) в смеси с отходами производства искусственного меха [9]. Введение в состав плиты искусственных волокон позволяет повысить прочность и водостойкость, однако упрочнение плиты по такому методу несущественное, поскольку синтетические волокна меха в процессе термопьезообработки плит претерпевают изменение агрегатного состояния.

Известно, что в процессе льнопереработки образуется костра льна с фракцией очеса [10], при этом отходы льнопроизводства не в полной мере перерабатываются с получением востребованной продукции [11]. В настоящее время разработаны и эффективно применяются различные технологические методы отделения льноволокна и его обескостривания [12...14], однако отходы производства в виде очеса имеют место.

Под очесом понимаются фракция от фракционирования (рассева) отходов льнопереработки (костры льна), оставшаяся на сите с диаметром ячейки 10 мм, представляющая собой остатки льноволокна длиной до 50 мм с незначительной примесью круп-

ных частиц костры льна, обычно длиной до 20 мм; доля очеса составляет около 10% от общей массы костры [15]. Введение к конструкцию древесно-стружечной плиты очеса позволит заполнить пустоты, образованные при соприкосновении относительно крупных древесных частиц тонкими и податливыми частицами очеса, таким образом создав более сплошную, а значит более прочную структуру плиты. Кроме этого волокна льноволокна, содержащиеся в очесе, будут работать как армирующие частицы, способствуя повышению прочности плит.

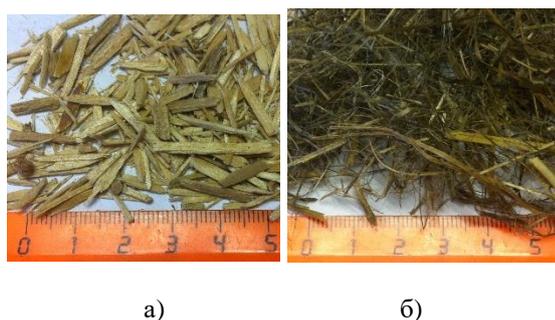


Рис. 1

На рис. 1 представлен внешний вид древесных частиц и очеса (а – древесные частицы; б – отходы льняного очеса).

Поскольку отходы льнопроизводства имеют меньшую смачивающую способность, чем древесные частицы [16], в связующее для осмоления очеса необходимо вводить модификатор, например бутанол-1, для повышения смачивающей способности [17].

Для экспериментального обоснования метода повышения прочности древесно-стружечных плит путем введения в состав наполнителя льняного очеса были проведены опыты по формированию, изготовлению и испытанию физико-механических свойств древесно-стружечной плиты, содержащей древесный наполнитель в виде древесной стружки в смеси с клеем, с дополнительным введением наполнителя из очеса в смеси с клеем. На рис. 2 представлена конструкция древесно-стружечной плиты на основе предложенного комбинированного наполнителя (1 – частицы древесной стружки в смеси с клеем; 2 – волокна очеса в смеси с клеем; 3 – отдельные частицы костры льна в смеси с клеем).

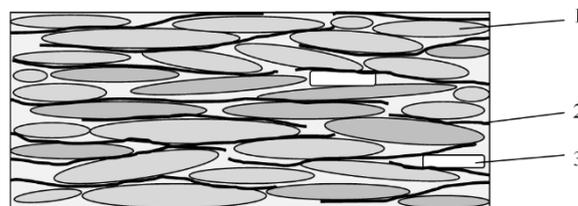


Рис. 2

При формировании ковра плиты соотношение по массе стружка: очес составляло 75:25, осмоление компонентов наполнителя производилось отдельно.

В качестве связующего материала использовалась карбамидоформальдегидная смола, в частном случае карбамидоформальдегидная смола марки КФН-54-П, имеющая следующие физико-химические свойства: массовая доля сухого остатка – 54%; pH – 7,8; условная вязкость по вискозиметру ВЗ-246 с диаметром сопла 4 мм – 48 с. В качестве катализатора отверждения использовался хлористый аммоний (1% от массы смолы).

В качестве основного наполнителя использовалась специальная плоская резаная стружка из древесины березы фракции 10/2, влажностью не более 3%. Осмоление древесных частиц осуществляли путем смешивания их с указанным связующим, с расходом связующего 8 масс.% относительно массы абсолютно сухих древесных частиц.

Отдельно производили подготовку очеса фракции -/10, влажностью не более 3%. В качестве связующего для очеса использовали основное связующее на основе карбамидоформальдегидной смолы с добавкой 2 масс.% бутанола-1 для повышения смачивающей способности. Осмоление осуществляли путем смешивания связующего материала с сухим очесом с расходом связующего 15 масс.% относительно массы абсолютно сухого очеса.

Осмоленные древесные частицы смешивали с осмоленным очесом, при этом средний расход связующего в плите составлял 9,75 масс.% от массы абсолютно сухого наполнителя.

Сформированный ковер древесно-стружечной плиты на основе комбинированного наполнителя подпрессовывали при

нормальной температуре и удельном давлении 1,5 МПа, а затем производили горячее прессование при температуре плит прессы 130 °С, удельном давлении 2,5 МПа, времени выдержки под давлением 8 мин. Толщина готовых плит составляла 16 мм. После прессования плиты кондиционировали в течение 24 часов, а затем производили

раскрой на образцы для проведения физико-механических показателей.

Проведенные качественные испытания показали повышение физико-механических свойств древесно-стружечных плит на основе комбинированного связующего по сравнению с традиционными плитами (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Вариант	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при отрыве перпендикулярно к пласти, МПа	Разбухание по толщине, %	Водопоглощение, %
Древесно-стружечная плита на основе древесных частиц	14,8	0,46	19,3	59,3
Древесно-стружечная плита на основе комбинированного наполнителя	18,8	0,56	17,3	54,4

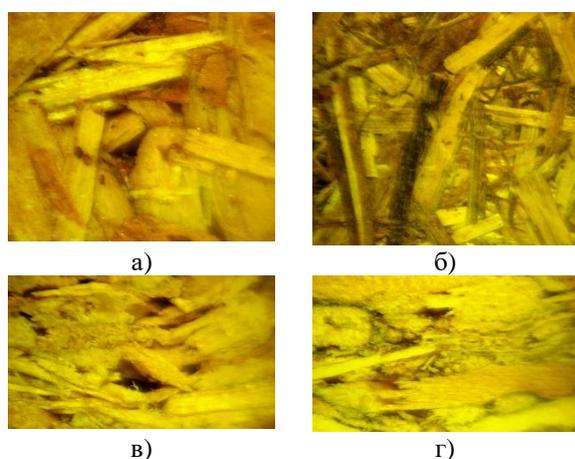


Рис. 3

На рис. 3 представлена структура пласти и кромки плит (а – плоть древесно-стружечной плиты; б – плоть плиты на основе комбинированного наполнителя; в – кромка древесно-стружечной плиты; г – кромка плиты на основе комбинированного наполнителя).

## ВЫВОДЫ

Как видно из представленных данных, в структуре плит на основе комбинированного наполнителя имеется меньше полостей и пустот, а размеры имеющихся полостей и пустот гораздо меньше, чем у традиционной древесно-стружечной плиты за счет заполнения более мелкими волокнами очеса с примесью частиц костры. Прочностные характеристики плит на основе комбинированного наполнителя выше не

только за счет уменьшения количества пустот, но также за счет армирующей роли льноволокна, содержащегося в очесе. В комбинированной плите наблюдается также некоторое снижение разбухания по толщине и водопоглощения за счет меньшей впитывающей способности льняного наполнителя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Волынский В.Н.* Технология древесных плит и композитных материалов. – СПб.: Лань, 2010.
2. *Костенко Н.А., Баясникова С.В., Волошиановская Ю.Э.* Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 2000.
3. *Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В.* Справочник по сопротивлению материалов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1988.
4. *Батаев А.А., Батаев В.А.* Композиционные материалы: строение, получение, применение. – М.: Логос, 2006.
5. Патент SU 2012487. Способ изготовления изделия из спрессованных древесных частиц / В.Ф. Фарфонов, Э.П. Иванов, В.Д. Самарин, №5023243/15; заявл.: 12.11.1991.
6. *Угрюмов С.А., Александров П.В.* Оценка конкурентоспособности композиционного материала на основе шпона и древесно-клеевой композиции с упрочненными поверхностными слоями // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2015, №2(35). С. 80...84.
7. *Угрюмов С.А.* Исследование свойств композиционной фанеры с внутренним слоем из древесной стружки // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2005, №11. С.110...111.
8. *Угрюмов С.А., Боровков Е.А., Щербаков А.Е.* Кинетика водопоглощения и разбухания компози-

ционной фанеры // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2006, №13. С. 109...111.

9. Патент RU 2170749. Композиция для изготовления малотоксичных древесных плит / Н.Е. Николаев, В.П. Стрелков, А.П. Шалашов. – №2000103512/04; заявл.: 15.02.2000.

10. Безбабченко А.В., Шевалдин Д.М., Чекрышева Т.П., Новиков Э.В., Коробельников А.Р. Исследование технологии переработки льняной ленты в модифицированное волокно // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6. С. 40...44.

11. Новиков Э.В., Королева Е.Н., Безбабченко А.В., Ущачовский И.В. Анализ эффективности первичной переработки льносырья в Российской Федерации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №2. С. 71...75.

12. Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Алтухова И.Н. Исследование характеристик тресты масличного льна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №1. С. 58...62.

13. Федосова Н.М., Соколов А.С., Вихарев С.М. Разработка комплексной оценки технологического качества льняных стеблей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.32...36.

14. Волков Д.А., Енин М.С., Пашин Е.Л., Бойко С.В. Интенсификация процесса обескостривания льна с применением пассивных рабочих планок // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5. С. 29...32.

15. Угрюмов С.А. Организационно-техническое обеспечение производства композиционных материалов на основе древесных наполнителей и костры льна. – Кострома: КГТУ, 2008.

16. Угрюмов С.А., Цветков В.Е. Применение основных положений теории адгезии для расчета поверхностного натяжения костры льна // Деревообрабатывающая промышленность. – 2008, №1. С.22...23.

17. Патент RU 2377270. Клей для изготовления кстроплит / С.А. Угрюмов, В.Е. Цветков. – №2008115758/04; заявл. 21.04.2008.

## REFERENCES

1. Volynskiy V.N. Tekhnologiya drevesnykh plit i kompozitnykh materialov. – SPb.: Lan', 2010.

2. Kostenko N.A., Balyasnikova S.V., Voloshanovskaya Yu.E. Soprotivlenie materialov. – M.: Vysshaya shkola, 2000.

3. Pisarenko G.S., Yakovlev A.P., Matveev V.V. Spravochnik po soprotivleniyu materialov. – 2-e izd., pererab. i dop. – Kiev: Nauk. dumka, 1988.

4. Bataev A.A., Bataev V.A. Kompozitsionnye materialy: stroenie, poluchenie, primeneniye. – M.: Logos, 2006.

5. Patent SU 2012487. Sposob izgotovleniya izdeliya iz spressovannykh drevesnykh chastits / V.F. Farafontov, E.P. Ivanov, V.D. Samarin, №5023243/15; заявл.: 12.11.1991.

6. Ugryumov S.A., Aleksandrov P.V. Otsenka konkurentosposobnosti kompozitsionnogo materiala na osnove shpona i drevesno-kleevoy kompozitsii s uprochnennymi poverkhnostnymi sloyami // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2015, №2(35). S. 80...84.

7. Ugryumov S.A. Issledovanie svoystv kompozitsionnoy fanery s vnutrennim sloem iz drevesnoy struzhki // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2005, №11. S.110...111.

8. Ugryumov S.A., Borovkov E.A., Shcherbakov A.E. Kinetika vodopogloshcheniya i razbukhaniya kompozitsionnoy fanery // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2006, №13. S. 109...111.

9. Patent RU 2170749. Kompozitsiya dlya izgotovleniya malotoksichnykh drevesnykh plit / N.E. Nikolaev, V.P. Strelkov, A.P. Shalashov. – №2000103512/04; заявл.: 15.02.2000.

10. Bezbabchenko A.V., Shevaldin D.M., Chekrysheva T.P., Novikov E.V., Korobelnikov A.R. Issledovanie tekhnologii pererabotki l'nyanoy lenty v modifitsirovannoe volokno // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2012, №6. S. 40...44.

11. Novikov E.V., Koroleva E.N., Bezbabchenko A.V., Ushchapovskiy I.V. Analiz effektivnosti pervichnoy pererabotki l'nosyr'ya v Rossiyskoy Federatsii // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2016, №2. S. 71...75.

12. Novikov E.V., Bezbabchenko A.V., Altukhova I.N. Issledovanie kharakteristik tresty maslichnogo l'na // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2016, №1. S. 58...62.

13. Fedosova N.M., Sokolov A.S., Vikharev S.M. Razrabotka kompleksnoy otsenki tekhnologicheskogo kachestva l'nyanykh stebley // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2013, №3. S.32...36.

14. Volkov D.A., Enin M.S., Pashin E.L., Boyko S.V. Intensifikatsiya protsessa obeskostrivaniya l'na s primeneniem passivnykh rabochikh planok // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2013, №5. S. 29...32.

15. Ugryumov S.A. Organizatsionno-tekhnicheskoe obespechenie proizvodstva kompozitsionnykh materialov na osnove drevesnykh napolniteley i kostry l'na. – Kostroma: KGTU, 2008.

16. Ugryumov S.A., Tsvetkov V.E. Primeniye osnovnykh polozheniy teorii adgezii dlya rascheta poverkhnostnogo natyazheniya kostry l'na // Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'. – 2008, №1. S.22...23.

17. Patent RU 2377270 Kley dlya izgotovleniya kstroplit / S.A. Ugryumov, V.E. Tsvetkov. – №2008115758/04; заявл. 21.04.2008.

Рекомендована кафедрой лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств КГУ. Поступила 14.10.16.