

УДК 674.816.3

DOI: 10.15350/2306-2827.2017.1.61

МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ

С. А. Угрюмов

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: UgrumovSA@volgatech.net

Предложено использование метода получения древесно-стружечных плит путём использования комбинированного наполнителя на основе древесных частиц в смеси с очёсом льноволокна. Экспериментально установлено повышение прочности древесно-стружечных плит на основе комбинированного наполнителя за счёт формирования более сплошной структуры плиты и армирующей роли льноволокна, содержащегося в очёсе.

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

Введение. Древесно-стружечные плиты являются распространённым конструкционным материалом и эффективно используются в производстве мебели, строительстве, отделке и многих других сферах. Современный 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 её изготовлении применяются древесные частицы, ослабленные в процессе резания, а ограниченный расход связующего не позволяет создать сплошные клеявые контакты между ними [1]. Массово выпускаемая промышленностью трёхслойная древесно-стружечная плита, наружные слои которой состоят из мелкой стружки, внутренний слой – из более крупной стружки, технологичны в производстве и применении, но обладают относительно невысо-

кой прочностью при изгибе [2]. Кроме этого в процессе эксплуатации под воздействием постоянных и переменных нагрузок, а также при изменении температурно-влажностных условий наблюдается снижение прочности древесно-стружечных плит за счёт деструкции части связующего, ослабления адгезионной и когезионной прочности в структуре материала [3, 4].

Основным видом нагружения древесно-стружечных плит при их эксплуатации является изгиб [5, 6]. Зачастую в элементах мебели и строительных конструкциях наблюдается видимая деформация плит (изгиб) при действии значительных нагрузок. ГОСТ 10632-2014 «Плиты древесно-стружечные. Технические условия» нормирует 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.

© Угрюмов С. А., 2017.

Для цитирования: Угрюмов С. А. Метод получения и свойства древесно-стружечных плит на основе комбинированного наполнителя // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 1 (33). С. 61–68. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.1.61

В настоящее время основным способом повышения прочности древесных плит является применение при их изготовлении альтернативных и модифицированных клеев, способных формировать прочные и долговечные связи между частицами наполнителя [7], однако при этом значительно повышается себестоимость их изготовления.

Известно, что прочность древесно-стружечных плит во многом определяется прочностными свойствами применяемого наполнителя, а также степенью контактирования частиц наполнителя [8]. При этом весьма важно формировать структуру плиты с минимальным количеством пустот, образованных при контактировании частиц основного наполнителя, возможно заполнение пустот частицами меньшей фракции, то есть при использовании комбинированного наполнителя.

Представляет практический интерес оценка эксплуатационных свойств древесно-стружечных плит на основе комбинированного наполнителя – смеси крупных древесных частиц с волокнами льняного очёса.

Цель работы – исследование способа получения древесно-стружечных плит с повышенной прочностью при изгибе путём введения в их состав отходов льнопереработки.

Решаемые задачи: изготовление экспериментальных образцов древесно-стружечных плит с введением в их состав льняного очёса; оценка основных физико-механических свойств древесно-стружечных плит – предела прочности при изгибе, предела прочности при растяжении перпендикулярно к пласти, разбухания и водопоглощения.

Основные теоретические положения. 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 удалённых от нейтральной плоскости, а вторые – в нейтральной зоне, которая теоретически располагается посередине высоты сечения [9]. Повышение прочности древесных плит возможно путём введения в их конструкцию упрочняющих прослоек (армированием) [10], при этом армирующие слои целесообразно располагать в поверхностных прослойках для предотвращения разрушения от касательных напряжений. Так, известны древесно-стружечные плиты из осмоленных древесных частиц с прослойками армирующей металлической сетки, перфорированные металлическим листом или тканым материалом [11, 12]. 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 счёт контактирования и склеивания осмоленных древесных частиц внутри ячеек армирующих материалов. Повышение прочности плит возможно также путём введения в их конструкцию упрочняющих слоёв из лущеного шпона [13], однако при этом существенно усложняется технология и возрастает стоимость готовой продукции.

Известны способы производства древесных плит на основе древесных частиц или измельчённых частиц из отходов однолетних растений (солома, костра льна и др.) в смеси с отходами производства искусственного меха [14]. Введение в состав плиты искусственных волокон позволяет повысить прочность и водостойкость, однако упрочнение плиты по такому методу несущественное, поскольку синтетические волокна меха в процессе термопезообработки плит претерпевают изменение агрегатного состояния.



Рис. 1. Внешний вид наполнителя древесно-стружечных плит:
а – древесные частицы; б – очёс

Известно, что в процессе льнопереработки образуется костра льна с фракцией очёса, при этом отходы льнопроизводства не в полной мере перерабатываются с получением востребованной продукции*. В настоящее время разработаны и эффективно применяются различные технологические методы отделения льноволокна и его обескостривания [16], однако отходы производства в виде очёса имеют место.

Под очёсом понимается 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 крупных частиц костры льна, обычно длиной до 20 мм; доля очёса составляет около 10 % от общей массы костры*. Введение в конструкцию древесно-стружечной плиты очёса позволит заполнить пустоты, образованные при соприкосновении относительно крупных древесных частиц тонкими и податливы-

ми частицами очёса, таким образом создав более сплошную, а значит более прочную структуру плиты. Кроме этого волокна очёса будут работать как армирующие частицы, способствуя повышению прочности плит.

На рис. 1 представлен внешний вид древесных частиц и очёса.

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

Методика проведения эксперимента. Для экспериментального обоснования метода повышения прочности древесно-стружечных плит путём введения в состав наполнителя льняного очёса 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 очёса в смеси с клеем. На рис. 2 представлена конструкция древесно-стружечной плиты на основе предложенного комбинированного наполнителя.

* Справочник по заводской первичной обработке льна / И. Я. Шаров [и др.]; под общ. ред. В. Н. Храмова. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 510 с.

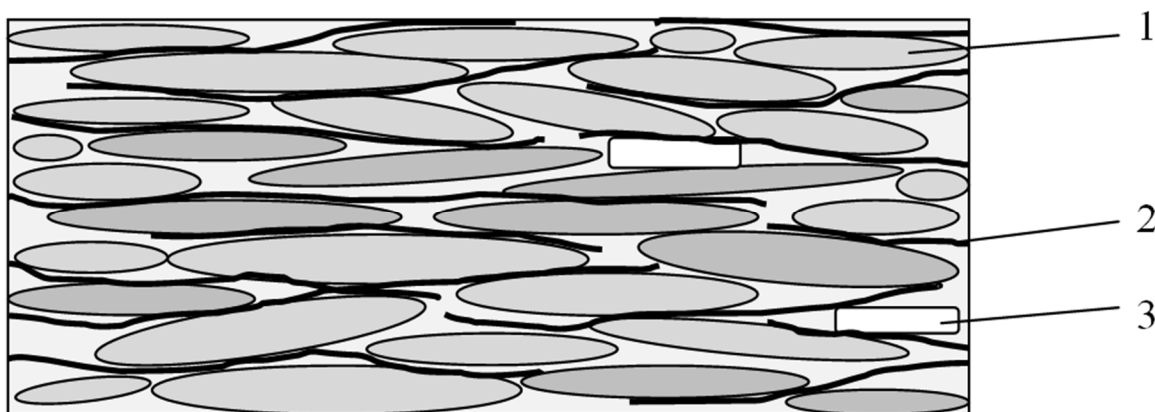


Рис. 2. Конструкция древесно-стружечной плиты:
1 – частицы древесной стружки в смеси с клеем; 2 – волокна очёса в смеси с клеем;
3 – отдельные частицы костры льна в смеси с клеем

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

В качестве связующего материала использовалась карбамидоформальдегидная смола марки КФН-54-П, имеющая следующие физико-химические свойства: массовая доля сухого остатка – 54 %; рН – 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 берёзы фракции 10/2, влажностью не более 3 %. Осмоление древесных частиц осуществляли путём смешивания их с указанным связующим, с расходом связующего 8 масс.% относительно массы абсолютно сухих древесных частиц.

Отдельно производили подготовку очёса фракции -/10, влажностью не более 3 %. В качестве связующего для очёса использовали основное связующее на основе карбамидоформальдегидной смолы с добавкой 2 масс.% бутанола-1 для повышения смачивающей способности. Осмоление осуществляли путём смешивания связующего материала с сухим очёсом с

расходом связующего 15 масс.% относительно массы абсолютно сухого очёса.

Осмоленные древесные частицы смешивали с осмоленным очёсом, 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 пресса 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. Предел прочности при изгибе оценивался по ГОСТ 10635-88, предел прочности при растяжении перпендикулярно к пласти по ГОСТ 10636-90, разбухание и водопоглощение по ГОСТ 10634-88.

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

Свойства древесно-стружечных плит

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

На рис. 3 представлена структура пласти и кромки полученных плит.

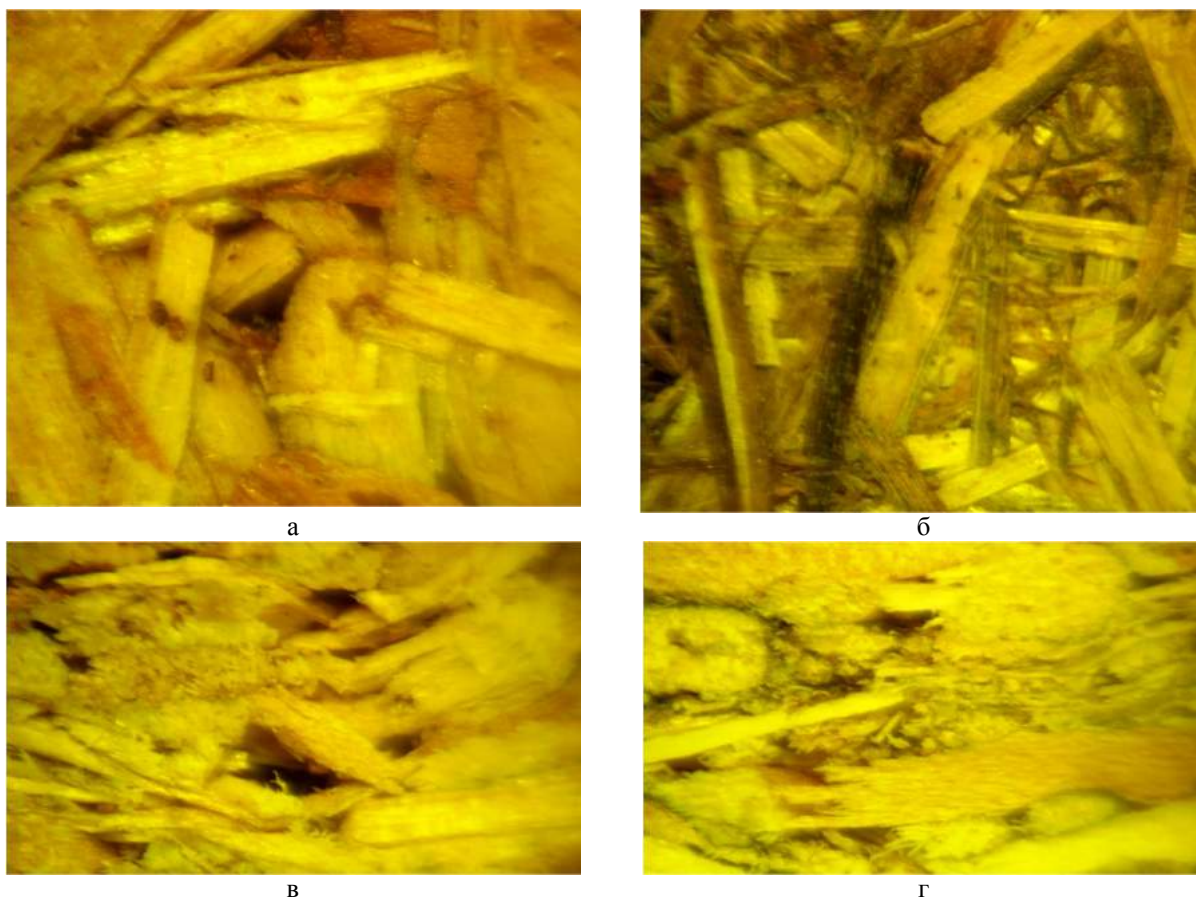


Рис. 3. Структура плиты:

а – плоть древесно-стружечной плиты; *б* – плоть плиты на основе комбинированного наполнителя; *в* – кромка древесно-стружечной плиты; *г* – кромка плиты на основе комбинированного наполнителя

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 счёт заполнения более мелкими волокнами очёса с примесью частиц костры.

Выводы. Конструкция древесно-стружечной плиты, содержащей комбинированный древесный наполнитель в виде древесной стружки в смеси с льняным очёсом, обеспечивает повышение прочности за счёт армирующей роли льноволокна, содержащегося в очёсе. Прочностные характеристики древесно-стружечных плит на основе комбинированного напол-

нителю повышаются не только за счёт уменьшения количества пустот, образованных при соприкосновении частиц наполнителя, но также за счёт армирующей роли льноволокна, содержащегося в

очёсе. В комбинированной плите наблюдается также некоторое снижение разбухания по толщине и водопоглощения за счёт меньшей впитывающей способности льняного наполнителя.

Список литературы

1. Investigation of properties of polymeric composition materials around a heterogeneous matrix / A.N. Muranov, G.V. Malysheva, V.A. Nelyub et al. // Polymer Science. Series D, 2016. Vol. 6. No 3. Pp. 256.
2. *Волынский В.Н.* Технология древесных плит и композитных материалов. СПб.: Лань, 2010. 336 с.
3. Effect of two relative humidity environments on the performance properties of MDF, OSB and chipboard. Part 2. fatigue and creep performance / J. Pritchard, M.P. Ansell, R.J. Thompson, et al. // Wood Science and Technology, 2001. Vol. 35. No 5. Pp. 405-423.
4. Fatigue in wood-based panels. Part 1: the strength variability and fatigue performance of OSB, chipboard and MDF / R.J. Thompson, M.P. Ansell, P.W. Bonfield, et al. // Wood Science and Technology, 2002. Vol. 36. No. Pp. 255-269.
5. *Костенко Н.А., Балясникова С.В., Волошановская Ю.Э.* Сопротивление материалов. М.: Высшая школа, 2000. 430 с.
6. *Bouzakis K.D., Koutouras G.* Bending and indentation tests to determine chipboards' mechanical strength critical stresses and their correlation to the specific cutting force in milling // Wood Science and Technology. 2003. Vol. 37. No 2. Pp. 141-159.
7. Influence of technological factors on properties of chipboards based on a cardanol-containing polyurethane binder / A.S. Dozhnikov, O.F. Shishlov, V.V. Glukhikh et al. // Polymer Science. Series D, 2015. Vol. 8. No 2. Pp. 116-121.
8. *Леонович А.А.* Основные направления исследований и разработок по совершенствованию технологии древесно-стружечных плит // Деревообрабатывающая промышленность. 1999. № 5. С. 16.
9. *Батаев А.А., Батаев В.А.* Композиционные материалы: строение, получение, применение. М.: Логос, 2006. 398 с.
10. Патент SU 2012487. Способ изготовления изделия из спрессованных древесных частиц / В.Ф. Фарафонов, Э.П. Иванов, В.Д. Самарин. № 5023243/15; заявл.: 12.11.1991. 6 с.
11. *Поташев О.Е., Лапшин Ю.Г.* Механика древесных плит. М.: Лесная промышленность, 1982. 112 с.
12. *Угрюмов С.А., Александров П.В.* Оценка конкурентоспособности композиционного материала на основе шпона и древесно-клеевой композиции с упрочненными поверхностными слоями // Вестник КГТУ. 2015. № 2 (35). С. 80-84.
13. *Угрюмов С.А.* Исследование свойств композиционной фанеры с внутренним слоем из древесной стружки // Вестник КГТУ. 2005. № 11. С. 110-111.
14. Патент RU 2170749. Композиция для изготовления малотоксичных древесных плит / Н.Е. Николаев, В.П. Стрелков, А.П. Шалашов. № 2000103512/04; заявл.: 15.02.2000. 6 с.
15. Интенсификация процесса обескостривания льна с применением пассивных рабочих планок / Д.А. Волков, М.С. Енин, Е.Л. Пашин и др. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2013. № 5 (347). С. 29-32.
16. Патент RU 2377270. Клей для изготовления кистроплит / С.А. Угрюмов, В.Е. Цветков. № 2008115758/04; заявл. 21.04.2008. 5 с.

Статья поступила в редакцию 27.09.16.

Информация об авторе

УГРЮМОВ Сергей Алексеевич – доктор технических наук, профессор кафедры деревообрабатывающих производств, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – техника и технология производства синтетических олигомеров, клеевых древесных материалов. Автор 330 публикаций

UDC 674.816.3

DOI: 10.15350/2306-2827.2017.1.61

THE PROPERTIES AND METHOD FOR OBTAINING WOOD PARTICLE BOARDS BASED ON COMBINED FILLER

S. A. Ugryumov

Volga State University of Technology,
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: UgryumovSA@volgatech.net

Key words: *particleboard; reinforcement; wood filler; flax fiber; flax noil; physical and mechanical properties.*

ABSTRACT

Introduction. Particleboards are widely used in the manufacturing industry. However, they are characterised by relatively low strength, due to the fact that wooden particles are weakened while chopping, and limited binder application doesn't allow coating all the surfaces, thus fail in making flush contact between the particles. The strength of the boards in many ways depends on the mechanical strength characteristics of the main filler and the binding degree between the particles. It is very important to layer the particles with the minimum number of voids, which inevitably occur when the particles contact with the main filler. From a practical perspective it is important to evaluate the working properties of particleboards produced with a combined filler, i.e. a mix of coarse core particles and flax noil fibers. The work **aims to** research into the process of particleboard production with increased strength under bending by mixing flax processing wastes into the filler composition. **Research tasks** involve manufacturing of experimental samples of particleboards containing flax processing wastes; evaluation of the main physical and mathematical properties of particleboards by means of evaluation of their bend-strength, ultimate tensile strength transversely to the surface, expansion and water absorption resistance. **Materials and methods.** In order to experimentally validate the method of strength enhancement of particleboards due to addition of the flax processing wastes to the main filler we carried out a number of experiments meant to develop, manufacture and test physical and mechanical properties of particleboards containing a wooden filler composed of wooden chips mixed with glue and additive of flax processing wastes also mixed with glue. When shaping a sheet the chips are mixed with flax processing wastes at the ratio 75:25. **Results.** The quality experiments carried out validated the enhanced physical and mechanical properties of particleboards manufactured based on a combined filler as compared with conventionally produced sheets. **Conclusion.** The structure of a particleboard containing combined wooden filler features enhanced physical and mechanical properties due to lower intake characteristics and reinforcing property of flax-fiber contained in flax processing wastes.

REFERENCES

1. Muranov A.N., Malysheva G.V., Nelyub V.A. et al. Investigation of properties of polymeric composition materials around a heterogeneous matrix. *Polymer Science. Series D*, 2016. Vol. 6. No 3. Pp. 256.
2. Volynskiy V.N. *Tekhnologiya drevesnykh plit i kompozitnykh materialov* [Technology of wood boards and composite materials]. St Petersburg: Lan, 2010. 336 p.
3. Pritchard J., Ansell M.P., Thompson R.J., et al. Effect of two relative humidity environments on the performance properties of MDF, OSB and chipboard. Part 2. fatigue and creep performance. *Wood Science and Technology*, 2001. Vol. 35. No 5. Pp. 405-423.
4. Thompson R.J., Ansell M.P., Bonfield P.W., et al. Fatigue in wood-based panels. Part 1: the strength variability and fatigue performance of OSB, chipboard and MDF. *Wood Science and Technology*, 2002. Vol. 36. No 3. Pp. 255-269.
5. Kostenko N.A., Balyasnikova S.V., Voloshanovskaya Iu.E. *Soprotivlenie materialov* [Strength of materials]. Moscow: Vysshaya shkola, 2000. 430 p.
6. Bouzakis K.D., Koutoupas G. Bending and indentation tests to determine chipboards' mechanical strength critical stresses and their correlation to the specific cutting force in milling. *Wood Science and Technology*. 2003. Vol. 37. No. 2. Pp. 141-159.

7. Dozhdikov A.S., Shishlov O.F., Glukhikh V.V. et al. Influence of technological factors on properties of chipboards based on a cardanol-containing polyurethane binder. *Polymer Science. Series D*, 2015. Vol. 8. No. 2. Pp. 116-121.

8. Leonovich A.A. Osnovnye napravleniya issledovaniy i razrabotok po sovershenstvovaniyu tekhnologii drevesno-struzhechnykh plit [Main directions of research and developments in advancement of particleboards production]. *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost* [Timber processing industry]. 1999. No 5. Pp. 16.

9. Bataev A.A., Bataev V.A. *Kompozitsionnye materialy: stroenie, poluchenie, primeneniye* [Composite materials: structure, production, application]. Moscow: Logos, 2006. 398 p.

10. Farafontov V.F., Ivanov E.P., Samarin V.D. Sposob izgotovleniya izdeliya iz spressovannykh drevesnykh chastits [Method of good production from pressed wooden particles]. Patent SU 2012487, No 5023243/15. 1991.

11. Potashev O.E., Lapshin Iu.G. *Mekhanika drevesnykh plit* [Mechanics of wooden boards]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1982. 112 p.

12. Ugryumov S.A., Aleksandrov P.V. Otsenka konkurentosposobnosti kompozitsionnogo materiala na osnove shpona i drevesno-kleevoy kompozitsii s

uprochnennymi poverkhnostnymi sloyami [Marketability evaluation of the composite material based the combination of veneer and wooden-adhesive composition with reinforced surface properties]. *Vestnik of KGTU*. 2015. No 2 (35). Pp. 80-84.

13. Ugryumov S.A. Issledovanie svoystv kompozitsionnoy fanery s vnutrennim sloem iz drevesnoy struzhki [Research into the properties of compositional plywood with internal layer made of wood chips]. *Vestnik of KGTU*. 2005. No 11. Pp. 110-111.

14. Nikolaev N.E., Strelkov V.P., Shalashov A.P. Kompozitsiya dlya izgotovleniya malotoksichnykh drevesnykh plit [Composition for low toxic wooden board production]. Patent RU 2170749. No 2000103512/04. 2000.

15. Volkov D.A., Enin M.S., Pashin E.L. et al. Intensifikatsiya protsessa obeskostrivaniya lna s primeneniem passivnykh rabochikh planok [Intensification of flax production using passive working planes]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstilnoy promyshlennosti* [Izvestiya of Higher Education Institutions. Textile Industry Technology] 2013. No 5 (347). Pp. 29-32.

16. Ugryumov S.A., Tsvetkov V.E. Kley dlya izgotovleniya kostroplit [Glue used in flax-shives board production]. Patent RU 2377270. No 2008115758/04, 2008.

The article was received 27.09.16.

Citation for an article: Ugryumov S. A. The properties and Method for Obtaining Wood Particle Boards Based on Combined Filler. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2017. No 1(33). Pp. 61-68. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.1.61

Information about the author

UGRYUMOV Sergei Alekseevich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Wood Working Industries, Volga State University of Technology. Research interests – equipment and production technology for synthetic oligomers, glued wood-based materials. Author of 330 publications.