

3. Волинский В.Н. Технология клееных материалов. СПб.: ПРОФИКС, 2008. 392 с.
4. Strickler M.D. Finger jointing of lumber: пат. 3262723 (США). Вашингтон: U.S. Patent and Trademark Office, 1966. URL: <https://patents.google.com/patent/US3262723A/en>; (дата обращения 06.05.2019).
5. А. с. 1380946 СССР, МКИЗ 4 В 27 F 1/00. Способ изготовления рамок из деревянных брусков / С.Б. Астахов, В.И. Русинов, П.А. Каменкович, В.П. Молодкина (СССР): пат. 1380946 Рос. Федерация. № 3993608/29–15; заявл. 19.12.85; опубл. 15.03.88, Бюл. № 10. 3 с.
6. Рублева О.А. Способ формирования элементов шиповых соединений деревянных заготовок: пат. 2741614 Рос. Федерация. № 2011116271/13; заявл. 25.04.2011; опубл. 10.01.2013, приоритет 25.04.11.
7. Хухрянский П.Н. Прессование древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 352 с.
8. Рублева О.А. Формирование элементов шиповых соединений способом торцового прессования: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 / Киров, 2011. 215 с.
9. Hesselbach J., Hoffmeister H.W., Looß T. Punching in industrial wood machining: an alternative production process to drilling // Production Engineering. 2007. №. 4. Т. 1. С. 365–370.
10. Özçifçi A., Yarıcı F. Structural performance of the finger-jointed strength of some wood species with different joint configurations // Construction and Building Materials. 2008. №. 7. Т. 22. С. 1543–1550. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2007.03.020.
11. Barboutis I., Vasileiou V. Strength of finger-jointed beech wood (*Fagus sylvatica*) constructed with small finger lengths and bonded with PU and PVAC adhesives // PROLigno, ISSN-L4737. 2013. № 4. Т. 9. С. 359–364.
12. Рублева О.А. Формирование прямоугольных шипов способом торцового прессования // Лесотехнический журнал. 2013. № 4 (Вып. 12) С. 126–133. DOI: 10.12737/2191.

**УДК 674.815**

**Е.С. Синегубова, О.В. Кузнецова, М.П. Чепчугов**  
(E.S. Sinegubova, O.V. Kuznetsova, M.P. Cherpchugov)  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)  
E-mail для связи с авторами: kkkontrol@yandex.ru

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНОГО КОМПОЗИТА С ДОБАВЛЕНИЕМ ВЕРМИКУЛИТА РАЗНОЙ ФРАКЦИИ**

### **THE STUDY OF THE PROPERTIES OF WOOD COMPOSITE WITH ADDITION OF VERMICULITE DIFFERENT FACTIONS**

*С каждым годом объемы производства древесно-стружечных плит возрастают. Гарантом развития конкурентоспособного производства древесно-стружечных плит на рынке производства древесных композитов послужит улучшение эксплуатационных свойств, что расширит области их применения в мебельных и строительных конструкциях.*

*В работе представлены результаты экспериментальных исследований зависимости размера фракции природного наполнителя вермикулит в составе древесно-стружечных плит на их физико-механические свойства.*

*Every year the volume of production of chipboards is increasing. For competitiveness in the market of production of wood composites, improvement of their operational properties will serve as guarantors of development of production of wood chipboards, which will expand areas of their application in furniture and construction designs.*

*The paper presents the results of experimental studies of the dependence of the size of the fraction of natural filler vermiculite in the composition of particleboards on their physical and mechanical properties.*

В настоящее время актуальной задачей в деревообрабатывающей промышленности является создание новых древесных материалов с высокими эксплуатационными свойствами.

*Древесный композит* – древесно-стружечные плиты, изготовленные из измельченной древесины со связующим, обладают невысокой влагостойкостью, что ограничивает возможности применения их как композиционного материала в условиях эксплуатации при повышенной или переменной влажности окружающей среды.

При контакте плит с водой клеевые связи ослабевают и древесные частицы расщепляются, разбухают, и плиты разрушаются. Даже если плиты не разрушились и древесные частицы высохли, плиты не восстанавливают первоначальную форму и размеры. В связи с этим разбухание и связанная с ним потеря целостности плит в условиях агрессивной среды при эксплуатации, а именно переменной влажности или в непосредственном контакте с водой являются серьезным недостатком.

Влагостойкость плит характеризуется показателями водопоглощения и разбухания плит по толщине.

Ряд проведенных экспериментальных исследований по модернизации древесно-стружечных плит, а именно, с добавлением в состав плит природного материала (вспученного вермикулита) показал результаты, в которых в разы увеличилась влагостойкость плит, при этом механические свойства не снизились, что показывает перспективы масштабности использования таких плит в различных областях мебельной и строительной промышленности. В эксперименте в состав древесно-стружечных плит добавляли вспученный вермикулит средней фракции [1].

Цель исследования – получить древесно-стружечные плиты средней плотности с добавлением вспученного вермикулита разной фракции, изучить физико-механические свойства полученных модернизированных древесно-стружечных плит.

Вермикулит вспученный представляет собой сыпучий зернистый материал чешуйчатого строения, получаемый в результате обжига природных гидратированных слюд.

Основные технические характеристики вспученного вермикулита:

- температура плавления – 1 350 °С;
- температура применения – от -260 до +1 100 °С;
- влажность по весу – не более 3 %.

Согласно ГОСТу 12865-67 вермикулит в зависимости от плотности подразделяют на марки: 100; 150 и 200 [2]. В зависимости от размера зерен его делят на следующие фракции (три стандартных размера):

- мелкий (0–0,5 мм);
- средний (0,6–5 мм);
- крупный (6–10 мм).

На рынке у производителей существует более мелкая градация – на 5 различных фракций (см. таблицу).

Фракционный состав вспученного вермикулита

Наименование	Размер зерен, мм	Объемный насыпной вес, кг/м <sup>3</sup>
ВВФ-0,5	0,16–0,63	200
ВВФ-1,0	0,315–1,6	160
ВВФ-2,0	0,7–3,0	155
ВВФ-4,0	1,4–5,0	135
ВВФ-8,0	2,8–10,0	100

Размер фракций оказывает влияние на свойства минерала (плотность, теплопроводность и др.) и его дальнейшее применение.

Для сравнительного анализа в качестве контрольных образцов были спрессованы древесно-стружечные плиты без вермикулита (плита № 1): средней плотностью 650–700 кг/м<sup>3</sup>, толщиной 10–12 мм.

В плиты № 2 был добавлен вермикулит крупной фракции, средней фракции (плиты № 3) и мелкой, пылевидной, фракции (плиты № 4). Для обеспечения точности однородности размеров частиц вспученного вермикулита, каждый размер фракции просеивали через лабораторное сито.

Однослойные плиты изготовили путем горячего прессования. В них использовали сосновую стружку со связующим на основе карбамидоформальдегидных смол. Изменение плотности плит с добавлением вермикулита разных фракций представлено на рисунке 1.

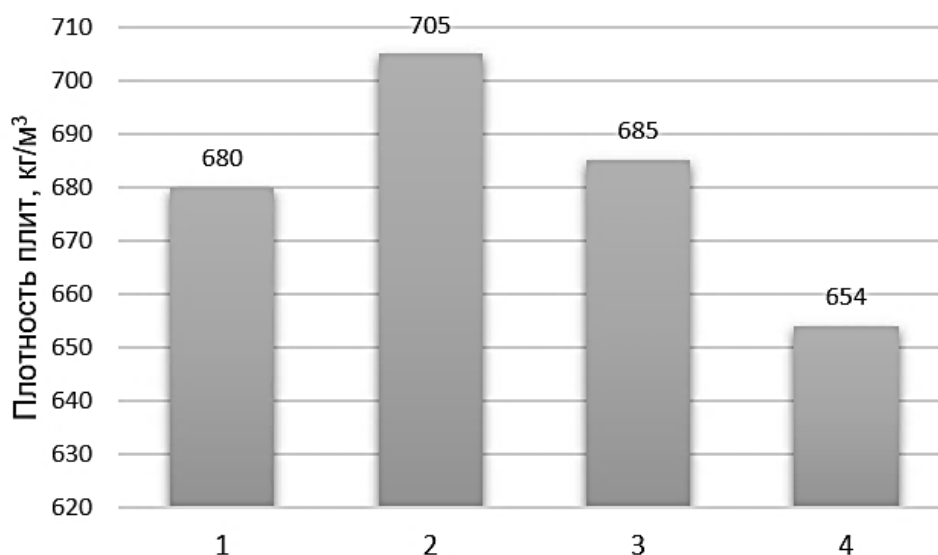


Рис. 1. Диаграмма плотности полученных плит

Механические свойства плиты испытывали на предел прочности при статическом изгибе; результаты испытаний приведены на рисунке 2.

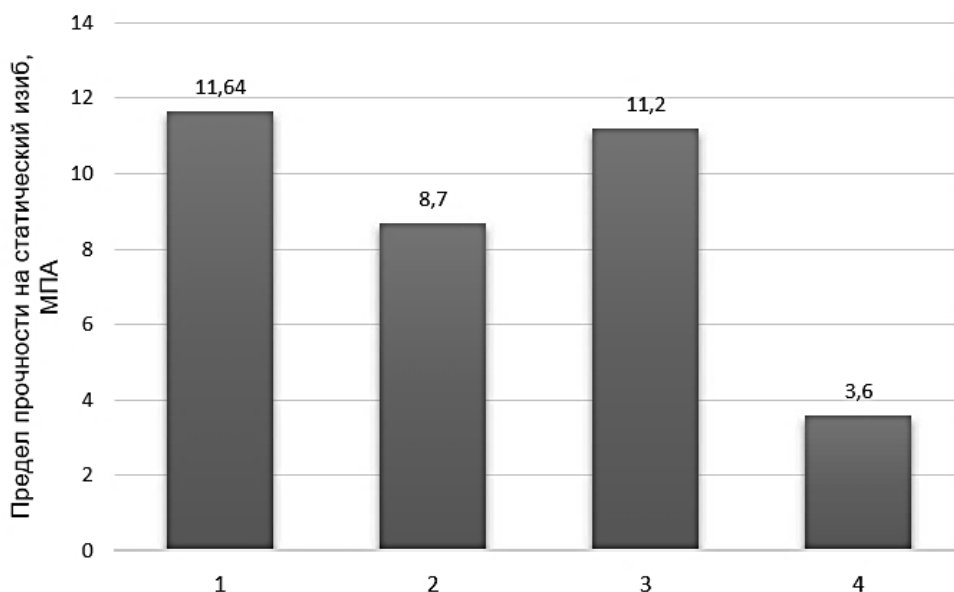


Рис. 2. Диаграмма механических свойств полученных плит

Водопоглощение и разбухание проверяли с погружением образцов плит в воду на 24 часа (согласно ГОСТу [3]). Плиты № 4 после 18 часов в воде потеряли свою форму и размеры, поэтому дальнейшее их испытание завершили.

Разбухание по толщине оставшихся плит производили как среднее значение по замерам в четырех точках образцов. Обработки результатов водопоглощения и разбухания по толщине плит представлены на рисунке 3.

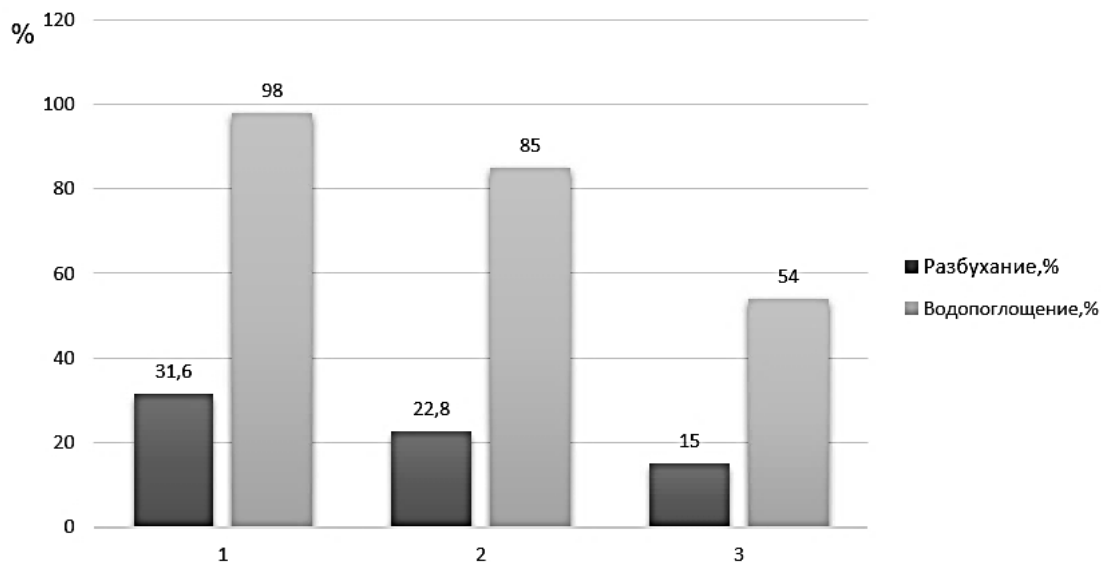


Рис. 3. Диаграмма показателей влагостойкости полученных плит

Результаты исследования по добавлению вспученного вермикулита разных фракций показали, что вермикулит средней фракции улучшает в разы показатели влагостойкости древесно-стружечных плит, не изменяя значительно основные физико-механические свойства плит. Вермикулит крупной фракции ухудшил механические свойства, а плиты в составе которых был вермикулит мелкой фракции, не выдержали испытания на показатели влагостойкости.

**Библиографический список**

1. Кузнецова О.В, Синегубова Е.С., Чепчугов М.П. Повышение гидрофобных свойств древесно-стружечных плит // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики: мат-лы XII Международн. науч.-технич. конф. Екатеринбург: УГЛТУ, 2019. С. 20–23.
2. ГОСТ 12865-67. Вермикулит вспученный. Введ. 1968-07-01. М.: Государственный строительный комитет СССР, 1990. 4 с.
3. ГОСТ 10634-88. Плиты древесностружечные. Методы определения физических свойств. Введ. 1988-12-19. М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1990. 6 с.

**УДК 667.646.42**

**Е.И. Стенина, С.А. Ильина, Д.Г. Опалева, М.В. Зотеева**  
(E.I. Stenina, S.A. Il'ina, D.G. Opaleva, M.V. Zoteeva)  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: sten\_elena@mail.ru, svetla.ilina.a@yandex.ru,  
dashuta.opaleva@mail.ru, ms.zoteeva.marina@yandex.ru

**ВЛИЯНИЕ АНТИПИРЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП  
НА ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАССИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

**THE EFFECT OF VARIOUS FLAME RETARDANTS GROUP  
STRENGTH CHARACTERISTICS OF MASSIVE WOOD**

*В статье приведены результаты исследований по изучению влияния антипиренов различных групп на прочностные показатели массивной древесины при условии глубокого их внедрения в материал.*

*The article presents the results of studies on the effect of fire retardants of different groups on the strength of solid wood under the condition of their deep introduction into the material.*

Древесина – природный конструкционный материал, исторически занимающий лидирующие позиции в строительстве. Широкое применение деревянных конструкций в этой отрасли обусловлено тем, что древесина, обладающая уникальными физико-механическими показателями при малой плотности, является одним из наиболее экономичных и доступных конструкционных материалов.

Повышение пожарной безопасности деревянных конструкций (ДК) является важнейшим аспектом при решении вопроса целесообразности расширения их использования в данной области. Один из наиболее эффективных методов обеспечения огнезащиты деревянных конструкций – это глубокое введение антипиренов в структуру древесины.

Однако на сегодняшний день применение метода глубокой пропитки деревянных элементов не получило широкого применения для огнезащитной обработки деревянных строительных конструкций, как, например, для биозащиты древесины. Одной из основных причин здесь можно назвать развитие в последние десятилетия практики применения методов поверхностной обработки из-за недостаточной проработки нормативной базы. Но нужно отметить, что технологии глубокой пропитки в последние десятилетия не стояли на месте. С развитием методов импульсной