

Как видно из фотографий, представленных на рис. 2 опилки представляют фрагменты древесины перерезанных в поперечном направлении с присутствием незначительного количества от 2 до 6 трахеид. При тридцатикратной обработке древесины наблюдаются существенные изменения морфологической структуры древесной массы, которая характеризуется наличием продольно разрушенных фрагментов клеточной стенки, с незначительным содержанием опилок. Дальнейшая гидродинамическая обработка приводит к увеличению однородности древесной массы за счет роста доли частиц в виде лент. Это во многом объясняет увеличение удельной поверхности частиц более чем в 2,5 раза. Уменьшение количества мелкой фракции (см. рис. 2а) провидимому обусловлено тем, что мелкие частицы за счет аутогизионного взаимодействия с более крупными элементами образуют новые структуры, что подтверждает выдвинутое в данной работе нами выше предположение о влиянии кратности обработки на величину разбухания плит.

В целом результаты исследований свидетельствуют о том, что древесные частицы в процессе гидродинамической обработки с эффектом кавитации, претерпевают существенные изменения морфологических признаков, что во многом определяет увеличение объема макрокапилляров и величину удельной поверхности. Данные свойства древесной массы позволяют формировать без пьзотермических воздействий водостойкие плиты с высокими механическими свойствами.

Список литературы

1. Древесина (химия, ультраструктура, реакции): пер. с англ. / Д. Фенгел, Г. Вегенер ; предисл. А. А. Леоновича ; под ред. д-ра техн. наук проф. А. А. Леоновича. М. : Лесная пром-сть. 1988. 512 с.
2. Калейне Д. А., Веверис А. Г., Полманис А. Г., Эриньш П. П. и др. Высокотемпературный автогидролиз древесины. 4. Автогидролиз осиновой древесины // Химия древесины. 1991. № 4. С. 60–64.
3. Технология производства композиционных материалов на основе модифицированных древесных наполнителей : монография / Р. Р. Хасаншин, Р. Р. Сафин, Е. Ю. Разумов ; Казанский нац. исследовательский технологический ун-т. Казань : КНИТУ, 2015. 231 с.
4. Ермолин В. Н., Баяндин М. А., Казицин С. Н., Намятов А. В., Острякова В. А. Водостойкость древесных плит, получаемых без использования связующих веществ // Изв. вузов. Лесн. журн. 2020. № 3. С. 151–158. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-151-15.
5. Намятов А. В., Баяндин М. А., Казицин С. Н., Ермолин В. Н. Исследование свойств плит малой плотности из механоактивированных древесных частиц без использования связующих веществ // СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА И КАЧЕСТВА ДРЕВЕСИНЫ – 2018 : Материалы VI Международного симпозиума имени Б. Н. Уголева, посвященного 50-летию Регионального Координационного совета по современным проблемам древесиноведения (Красноярск, 10–16 сентября 2018г.). Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2018. С. 149–151.
6. ГОСТ 10633–2018. Плиты древесно-стружечные и древесно-волоконистые. Общие правила подготовки и проведения физико-механических испытаний. Введен в действие. 01.04.2019, взамен ГОСТ 10633–78 и ГОСТ 19592–80. М. : Стандартиформ, 2018. 10 с.
7. Колосовская Е. А., Лоскутов С. Р., Чудинов Б. С. Физические основы взаимодействия древесины с водой. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 216 с.

УДК 674.21

И. К. Божелко,

к. т. н., доцент, зав. кафедрой технологии деревообрабатывающих производств Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь,
bikbstu@mail.ru

А. А. Коновалова,

магистрант 1 года обучения кафедры технологии деревообрабатывающих производств Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь,
anastasiyakonov@gmail.com

С. Г. Гузий,

к. т. н., с. н. с., зам. директора по научной работе и инновационному развитию ООО ГЕОФИП, г. Кропивницкий, Украина,
sguziy2@gmail.com

МИНЕРАЛЬНЫЕ КЛЕИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Производство деревянных изделий и конструкций требует решения вопросов расширения гаммы современных клеев, в том числе экологически чистых и негорючих. Возможным решением данного вопроса является использование минеральных клеев на алюмосиликатной основе. Алюмосиликатные клеи экологически чистые, негорючие и обладают высокими физико-механическими свойствами и обеспечивают соответствующие свойства клееным изделиям и конструкциям. По данным испытаний клеевых соединений изделий древесины, то они по своим основным физико-механическим показателям соответствуют требованиям пунктов ТНПА к продукции согласно показателям СТБ 939, СТБ 1074.

Ключевые слова: адгезия, алюмосиликатный клей, водостойкость, прочность при скалывании, прочность при изгибе.

I. K. Bazhelka,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of woodworking technology Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus,
bikbstu@mail.ru

A. A. Kanavalava,

1st year master student of the Department of woodworking technology Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus,
anastasiyakonov@gmail.com

S. G. Guzii,

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Deputy Director for Research and Innovative Development, GEOFIP LLC, Кропивнытський, Ukraine,
sguziy2@gmail.com

MINERAL ADHESIVES AND FEATURES OF THEIR APPLICATION IN THE PRODUCTION OF GLUED WOODEN PRODUCTS

The production of wooden products and structures requires solving the issues of expanding the range of modern adhesives, including environmentally friendly and non-combustible ones. A possible solution to this issue is the use of aluminosilicate-based mineral adhesives. Aluminosilicate adhesives are environmentally friendly, non-combustible and have high physical and mechanical properties and provide appropriate properties to glued products and structures. According to the test data of glued joints of wood products, they, in terms of their main physical and mechanical parameters, meet the requirements of the TNLA points for products in accordance with the indicators of STB 939, STB 1074.

Keywords: adhesion, aluminosilicate adhesive, water resistance, shear strength, bending strength.

Для склеивания древесины и деревянных конструкций применяют резорциновые, фенольные, карбамидные и поливинилацетатные клеи и некоторые их разновидности [1]. Преимуществом фенольных и резорциновых клеев является высокая влагостойкость, теплостойкость, прочность, недостатком – выделение фенола и формальдегида. Карбамидные клеи не рекомендуется применять для конструкций, эксплуатируемых на открытом воздухе. Поливинилацетатные клеи химически нейтральны, безвредны, дают бесцветный шов, но ограничено теплостойки, ползучи при статистических нагрузках и неводостойкие. Характерный недостаток данных клеев проявляется в их горючести. Альтернативой клеям на органической основе являются неорганические клеи [2]. Для древесины особо актуальны гидроксосоли с гетероатомами аниона (Al-O-Si) в виде щелочного раствора алюмосиликатов, в основу отверждения которого заложен механизм анионной конденсации с образованием цеолитоподобных соединений вида $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ [3]. Алюмосиликатные клеи негорючие [4, 5], биостойкие [6], механически прочные [7, 8], имеют высокое сцепление с древесиной [9–11]. Основной недостаток, ограниченное применение по сравнению с клеями на органической основе.

Цель работы состоит в том, чтобы ознакомить производителей деревянных изделий и конструкций с клеями на алюмосиликатной основе; довести до их понимания основные физико-механические свойства клееных изделий на алюмосиликатном клее.

Для реализации поставленной цели использовали алюмосиликатный (геополимерный) клей KB2 производства ООО ГЕОФИП (г. Кропивницкий, Украина). Склеивание изделий из массивов древесины осуществляли на производственных мощностях завода строительных изделий ОАО «Минскремстрой» (рис.).

Испытания физико-механических свойств клееных материалов на соответствие требованиям пунктов ТНПА к продукции по соответствующим СТБ (табл. 1) осуществляли в испытательном центре «ТАСИ» ЗАО «Технический институт сертификации и испытаний» (г. Минск). Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Если сравнивать полученные результаты с результатами испытаний клееных изделий на клеях WoodMax SW 12.47 D2, Kestokol D 4000, которые применяются на заводе строительных конструкций, то можно утверждать, что по основным физико-механическим свойствам алюмосиликатный клей в 1,1–1,4 раза превышает показатели аналогов, а по водостойкости при кипячении в воде при температуре 100 °С в 1,15 раза уступает аналогам, что связано со щелочной природой клея с одновременным прохождением реакций омыления и образования водорастворимых лигносульфонатов натрия.



а



б



в



г

Рис. Склеивание массивов древесины алюмосиликатным клеем КВ2 в заводских условиях:
а – брусчатых ламелей; б – оконной рамы; в – сращивание бруса; г – образцы для испытаний

Таблица 1

Показатели испытаний

№ п/п	Наименования контролируемого показателя	Обозначение и пункт ТНПА, устанавливающего требования к	
		продукции	методу испытаний
1	Прочность клеевых угловых соединений коробок и створок	п. 6.1.14 СТБ 939	п. 8.10 СТБ 939
2	Качество отделочных покрытий	п. 6.2.12 СТБ 939 п. 4.2.15 СТБ 1074	п. 7.4 СТБ 939 ГОСТ 24404
3	Прочность сцепления лакокрасочных покрытий с древесиной	п. 6.2.17 СТБ 939 п. 4.2.16 СТБ 1074	п. 2 ГОСТ 15140
4	Прочность клеевых соединений на скалывание вдоль волокон	п. 6.1.13 СТБ 939 п. 4.2.10 СТБ 1074	ГОСТ 15613.1
5	Прочность клеевых соединений на изгиб при зубчатом соединении	п. 6.1.13 СТБ 939 п. 4.2.10 СТБ 1074	ГОСТ 15613.4 ГОСТ 19414
6	Водостойкость клеевых соединений	п. 6.1.16 СТБ 939	ГОСТ 17005

Таблица 2

Результаты испытаний

Показатели (контролируемые параметры) изделия по п/п (табл. 1)	Нормированное значение контролируемого параметра	Кол-во образцов	Фактическое значение контролируемого параметра (среднее значение)	Вывод о соответствии требованиям ТНПА
1	не менее 0,4 МПа	4	$F_{cp} = 1,0$ МПа	Соотв.
	не менее 0,6 МПа	4	$F_{cp} = 0,9$ МПа	
	не менее 0,4 МПа	4	$F_{cp} = 1,1$ МПа	
2	не ниже III класса	2	1 класс	Соотв.
3	не ниже 2-го балла	2	1 балл	Соотв.
4	не менее 4 МПа	5	7,2 МПа	Соотв.
5	не менее 26 МПа	5	37 МПа	
6	в воде при 20 °С	2	$\sigma_{cp} = 3,2$ МПа	Средняя Б группа водостойкости
	при 100 °С	2	$\sigma_{cp} = 2,6$ МПа	

Согласно данным Протокола периодических испытаний № П-463/18 от 02.10.2018, испытанные образцы клеевых угловых шиповых соединений, образцы клеевых соединений древесины, образцы качества отделочного покрытия и адгезии, производства ООО Геофип, соответствуют требованиям . 61.14 СТБ 939 по показателю прочности клеевых угловых шиповых соединений коробок и створок; п. 6.113 СТБ 939, п. 4.210 СТБ 1074 по показателям прочности клеевых соединений на скалывание вдоль волокон, прочности клеевых соединений на изгиб при зубчатом соединении; п. 6.2.12 СТБ 939, п. 4.2.15 СТБ 1074 к качеству отделочных покрытий; п. 6.2.17 СТБ 939, п. 4.2.16 СТБ 1074 по прочности сцепления лакокрасочных покрытий с древесиной; п. 6.1.16 СТБ 939 по водостойкости.

Список литературы

1. Хрулев В. М. Производство конструкций из дерева и пластмасс. М. : Высшая школа, 1989. 239 с.
2. Гузий С. Г. Геоцементы и материалы на их основе : тез. докладов VII Междунар. конф. «Стратегия качества в промышленности и образовании» (3–10 июня 2011, Варна, Болгария). Т. 1. С. 86–89.
3. Сычев М. М. Неорганические клеи. Л. : Химия, 1974. 160 с.
4. Guzii S. G., Krivenko P. V. Wood protection from burning using the geopolymer compositions // Building materials, products and sanitary engineering, J. Collection of scientific publications, 2011. № 41. P. 56–64.
5. Krivenko P. V., Guzii S. G., Bondarenko O. P. Alkaline Aluminosilicate Binder-Based Adhesives with Increased Fire Resistance for Structural Timber Elements // Key Engineering Material. 2019. Vol. 808. P. 172–176.
6. Гузий С. Г. Исследование биостойкости алюмосиликатных адгезивов для склеивания древесины // Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры. 2019. № 77. С. 126–134.
7. Guzii S., Krivenko P., Bondarenko O., Kopylova T. Study on physico-mechanical properties of the modified alkaline aluminosilicate adhesive-bonded timber elements // Solid State Phenomena, 2019, Vol. 296. P. 112–117.
8. Guzii S., Guzii O., Lashchivskiy V. Investigation of the Rheokinetic Properties and Penetration Depth of Aluminosilicate Adhesive in Pine Wood // Solid State Phenomena. 2020. Vol. 321. P. 97–103.
9. Krivenko P., Guzii S. The effect of modifying additives on the modulus of elasticity and strength of adhesives based on an alkaline aluminosilicate binder // Proceed. of the 20. Ibausil. Internationale Baustofftaugung, Weimar, Germany, 2018. Tagungsbericht, Band 1. P. 2-1213–2-1218.
10. Кривенко П. В., Гузий С. Г., Кравченко А. В., Бенесова А. Исследование адгезионной прочности геоцементной дисперсии к деревянной подложке // Строительные материалы и изделия. 2013. № 4(81). С. 68–70.
11. Guzii S., Kryvenko P., Guzii O., Yushkevych S. Determining the effect of the composition of an aluminosilicate binder on the rheotechnological properties of adhesives for wood // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019, Vol. 6/6(102). P. 30–37.

УДК 674

Nikolai Bardarov

доцент, доктор, Лесотехнический университет, София, Болгария
niki_bardarov@abv.bg

Vladislav Todorov

University of Forestry, Sofia, Bulgaria

STUDY OF THE STRUCTURE OF WOOD WITH THE HELP OF MATHEMATICAL MATRICES

In cross section, the wood of each tree species is unique. Even if its structure varies within certain limits (due to the conditions of habitat or location in the stem), the picture formed by the cells is very characteristic of each species. The parameters that can be measured are the diameter and density of the vessels and their exact location as Cartesian coordinates. Using the methods of matrix calculation and analytical geometry, an attempt was made to present some important characteristics of the structure of wood, for the purposes of classification of tree species.

Keywords: wood structure, vessels in wood, mathematical matrice.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ДРЕВЕСИНЫ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МАТРИЦ

Николай Бардаров,

доцент, доктор, Лесотехнический университет, София, Болгария,
niki_bardarov@abv.bg

Владислав Тодоров,

доцент, доктор, Лесотехнический университет, София, Болгария

Древесина каждой породы деревьев в поперечном сечении уникальна. Даже если ее структура изменяется в определенных пределах (из-за условий среды обитания или расположения в стволе), картина, формируемая клетками, очень характерна для каждого вида. Параметры, которые могут быть измерены, – это диаметр и плотность сосудов и их точное местоположение в декартовых координатах. Была предпринята попытка, используя методы матричного расчета и аналитической геометрии, представить некоторые важные характеристики структуры древесины для целей классификации пород деревьев.

Ключевые слова: структура древесины, сосуды в древесине, математические матрицы.