



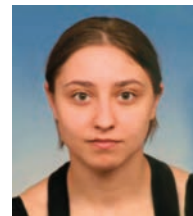
Гузий С.Г.



Кривенко П.В.



Кравченко А.В.



Бенесова А.

**Гузий С.Г., старший научный сотрудник, кандидат технических наук,  
Кривенко П.В., профессор, доктор технических наук,  
Кравченко А.В., специалист II категории,  
Бенесова А., ассистент профессора, кандидат технических наук\*,  
Научно-исследовательский институт вяжущих веществ и материалов им.В.Д. Глуховского  
Киевского национального университета строительства архитектуры, г.Киев,  
Технологический университет Брно\*, Чешская республика**

## ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ ГЕОЦЕМЕНТОЙ ДИСПЕРСИИ К ДЕРЕВЯННОЙ ПОДЛОЖКЕ

Древесина, один из самых распространенных строительных и отделочных материалов. Области его применения весьма разнообразны. При правильных условиях эксплуатации и хранения этот материал может сохранять свои физико-эстетические свойства долгие годы. Учитывая тот факт, что древесина является материалом органического происхождения, имеет волокнисто-пористую структуру, то она в процессе эксплуатации подвергается разрушающему воздействию различных факторов, наиболее опасным из которых является огонь.

В сухом состоянии деревянные элементы из различных пород древесины, не обработанные специальными составами, легко воспламеняются в интервале температур от 250 до 300°C, а в интервале низких температур – 120-150°C сопровождается медленным и постепенным обугливанием [1].

Для предотвращения древесины, деревянных элементов и конструкций от возгорания и горения ее поверхности обрабатывают специальными защитными составами, наиболее востребованными из них, являются вспучивающие огнезащитные покрытия на основе геоцемента, разработанные в НИИВМ им. В.Д. Глуховского [2-9].

Учитывая тот факт, что изделия из древесины, а также конструкции на ее основе, эксплуатируются в довольно сложных условиях – температурно-влажностных, то, естественно, нанесенное на ее поверхность вспучивающее геоцементное покрытие будет испытывать на себе те же нагрузки, что и подложка. Связи с этим, важным является изучение адгезионной прочности защитного покрытия с подложкой. Нанесение покрытия на деревянную поверхность осуществляли в 2 этапа: 1 – нанесение геоцементного праймера на деревянную подложку; 2 – нанесение защитного покрытия на праймер. По данным работы [10], адгезия покрытия к деревянной подложке, определенная методом нормального силового отрыва (ГОСТ 28574-90), составляет, в среднем, 1,68-2,63 МПа. Нанесение праймера важно с точки зрения глубины его проникновения в структуру древесины и увеличения адгезии между праймером и защитным покрытием.

В качестве праймера использовалась геоцементная дисперсия состава  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ , приготовленная по кавитационной технологии [11] из следующих компонентов: метакрилат, микрокремнезем, натриевого растворимого стекла и корректирующих добавок. Адгезионную прочность при отрыве и срезе определяли на универсальной испытательной машине Testometric M350-20 СТ (рис. 1) в лаборатории НИИВМ и Строительного факультета Технологического университета Брно, Чешская республика, и рассчитывали по формуле [12]:

$$\sigma = \frac{N}{S}$$

где N – разрушающая нагрузка, Н; S – площадь адгезионного шва, мм<sup>2</sup>.

В качестве деревянных основ были взяты бруски размерами 20x20x75 мм из твердых и мягких пород древесины: бук, дуб, клен, ель и ольха. Геоцементная дисперсия наносилась на торцы



Рис. 1. Испытательная машина Testometric M350-20 СТ

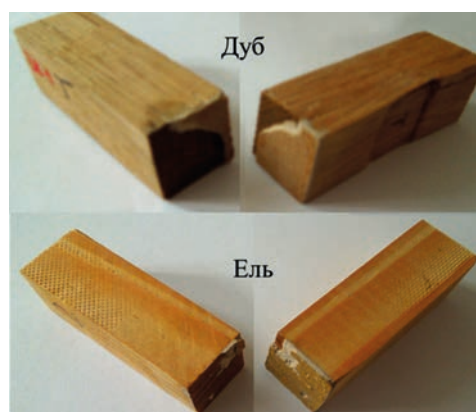


Рис. 2. Испытания образцов на отрыв

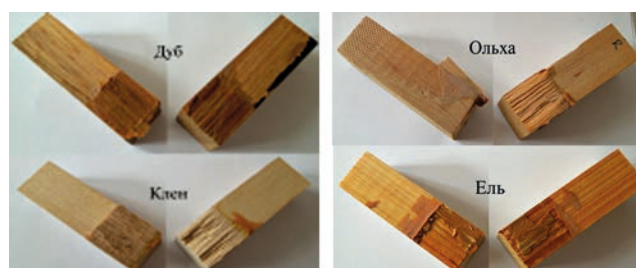


Рис. 3. Испытания образцов на срез

Таблиця 1.

## Результаты испытаний

Порода древесины	Адгезия, МПа	
	при отрыве	при срезе
Бук	0,25	1,81
Дуб	0,85	6,04
Клен	1,23	6,54
Ель	3,75	3,40
Ольха	4,82	7,83

брусков из древесины и на боковую поверхность брусков древесины длиной 20 мм. После отверждения при температуре 80°C в течение 24 час и охлаждения до комнатной температуры образцы испытывались на разрыв и срез на универсальной испытательной машине (рис. 1, 2, 3).

Как видно с рис. 2 как для твердых пород древесины (дуб, бук и клен), так и для мягких пород древесины (ель, ольха) разрушение при отрыве, в основном, проходит по геоцементу и имеет адгезионно-когезионный характер. При испытаниях на срез (рис. 3) разрушение образцов (дуб, клен, ольха) происходит по древесине – адгезионный характер, а для таких пород древесины, как бук и ель, разрушение проходит по геоцементу – когезионный характер.

Невысокие значения прочности при отрыве (таблица 1) возможно объяснить, особенно твердых пород древесины (бук, дуб, клен), во-первых, за счет меньшей площади контакта и небольшой глубины проникновения геоцементной дисперсии в трахеиды древесины [13]; во-вторых, несоизмеримостью размеров диаметра трахейд с молекулами геоцементной дисперсии; в – третьих, низкой капиллярной проницаемостью геоцементной дисперсии вследствие высоких значений поверхностного натяжения. В мягких породах древесины (ель, ольха) данная закономерность не проявляется. Адгезионная прочность на разрыв увеличивается в ряду: бук<дуб<клен<ель<ольха.

Адгезионная прочность при срезе значительно выше по сравнению с адгезионной прочностью на отрыв за счет увеличения площади контакта и проникновения вовнутрь древесины геоцементной дисперсии через каналы (поры) сердцевинных лучей и трахейд [13] (см. табл.). Адгезионная прочность при срезе уменьшается в ряду: ольха>клен>дуб>ель>бук. Данную закономерность можно объяснить только за счет особенностей строения древесины.

В результате исследований установлено:

- установлена положительная роль праймера на основе геоцементной дисперсии состава  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ , позволяющая улучшить адгезионную прочность вспучивающегося геоцементного покрытия, предназначенного для защиты древесины

от воспламенения и горения;

- высокие значения адгезионной прочности при срезе (1,8-7,83 МПа) увеличить стойкость вспучивающегося геоцементного покрытия к деревянной подложке в случаях возникновения деформационных напряжений при изменении температурно-влажностных полей, а именно, в проявлении усадочно-расширяющихся деформаций при усадке и набухании древесины.

Дальнейшие работы будут направлены на поиск эффективных органических модификаторов, снижающих поверхностное натяжение геоцементных суспензий с целью увеличения глубины ее проникновения в трахеиды древесины и, как следствие, повышению адгезионной прочности при разрыве.

## Acknowledgements

This work was financially supported by the research project MSM 0021630511 and research project financed from state budget via Ministry of Industry and Trade of the Czech Republic, project TIP number FR-TI2/340. Cooperation was enabled by project SUPMAT – Promotion of further education of research workers from advance building material centre. Reg. No: CZ.1.07/2.3.00/20.0111, funded by European Social Funds, Operational program Education for Competitiveness. The preparation of this paper was supported by the project CZ.1.07/2.3.00/30.0005 – Support for the creation of excellent interdisciplinary research teams at Brno University of Technology.

## Литература:

- Пожарная опасность строительных материалов / [А.Н. Баратов, Р.А. Андрианов, А.Я. Корольченко и др.]. Под ред. А.Н. Баратова. – М.: Стройиздат, 1988. – 380 с.
- Krivenko, P.V. Fireproof coatings on the basis of alkaline aluminum silicate systems / P.V. Krivenko, K.K. Pushkareva, M.V. Sukhanovich, S.G. Guziy // Ceramic Engineering and Science Proceedings 29(10). – 2009. – pp. 129-142.
- Гузий С.Г. Защита древесины от горения геополимерными композициями / С.Г. Гузий, П.В. Кривенко // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка: наук.-техн. зб. – №41 – 2011. – С. 56-64.
- Гузий С.Г. Захист деревини лужними алюмосилікатними композиціями від дії атмосферних та вогневих чинників / С.Г. Гузий, П.В. Кривенко, А.В. Кравченко // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка: наук.-техн. зб. – 2012. – № 44. – С. 52-60.
- Гузий С.Г. Дослідження контактної зони поміж захисним покриттям на основі лужних гідроалюмосилікатів та дерев'яним підкладом / С.Г. Гузий, А.В. Кравченко // Вісник ОДАБА. – О.: Зовнішрекламсервіс. – №47. Ч. 2. – 2012. – С. 49-58.
- Гузий С.Г. Захист деревини від займистості покриттями на основі лужних гідроалюмосилікатів / С.Г. Гузий, П.В. Кривенко, А.В. Кравченко // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка: наук.-техн. зб. – 2012. – № 45. – С. 38-43.
- Гузий С.Г. Оптимізація складу захисного покриття на основі лужних гідроалюмосилікатів, призначеного для захисту деревини від займистості та горіння / С.Г.

Гузий // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка: наук.-техн. зб. – 2012. – № 46. – С. 44-51.

8. Гузий С.Г. К вопросу формирования пористой структуры вспучивающихся щелочных гидроалюмосиликатов, предназначенных для получения покрытий для защиты древесины от возгорания / С.Г. Гузий // Сучасні будівельні матеріали: Вісник ДНАБА. – М.: ДДАБА. – 2013 – №1(99). – С. 182-188.

9. Krivenko P. Protection of Timber from Combustion and Burning Using Alkaline Aluminosilicate-Based Coatings / P. Krivenko P., S. Guziy, A. Kravchenko // Advanced Materials Research Vol. 688 (2013), pp 3-9

10. Гузий С.Г. Исследование адгезионной прочности огнезащитных геоцементных покрытий по древесине / С.Г. Гузий // Современные проблемы строительных материалов и конструкций. – Самарканд: СГАСИ, 2013. – С. 47-50.

11. Гузий С.Г. Исследования физических свойств щелочных алюмосиликатных суспензий после кавитационной обработки / С.Г. Гузий, С.А. Теренчук // Вестник НТУ «ХПИ». Сб. научн. тр. Тематический выпуск «Химия, химическая технология та екологія». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2010. – №65. – С. 119-126.

12. А.Г. Воронков, В.П. Ярцев Эпоксидные полимеррастворы для ремонта и защиты строительных изделий и конструкций. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2006. – 92 с.

13. Химия древесины / Пер. с финского Р.В. Заводова под ред. М.А. Иванова. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 400 с.