

## Водостойкость соединений деревянных конструкций на отечественных меламино-мочевино-формальдегидных клеях

*А.Г. Черных, С.Е. Кирютина, С. И. Миронова, Т. Н. Казакевич,*

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,  
Санкт-Петербург  
ООО СДМиК, Санкт-Петербург*

**Аннотация:** В работе представлено исследование водостойкости соединений несущих клееных деревянных конструкций на отечественных меламино-мочевино-формальдегидных клеях (ММФК). Показана высокая относительная прочность образцов, высушенных после вымачивания и кипячения выше установленной для повышенной группы водостойкости. Дана оценка водостойкости для трех рецептур динамика роста трещин вследствие влияния влажностного фактора ММФК.

**Ключевые слова:** меламино-мочевино-формальдегидные клеи, деревянные конструкции, водостойкость клеевых соединений, прочность.

Меламино-мочевино-формальдегидные (ММФ) клеи занимают более половины объема клеев, применяемых для изготовления клееных деревянных конструкций и перекрёстно склеенной древесины [1,2] в России, при этом более чем на 90 % это импортные клеи. В рамках импортозамещения необходима разработка рецептуры ММФ клеев из отечественных компонентов и компонентов из дружественных стран (Китай) и выпуск таких клеев на территории Российской Федерации.

При эксплуатации клеевых соединений происходит ухудшение их свойств в результате старения клея и разрушения адгезионных связей [3, 4]. Действие климатических, внешних факторов приводит к необратимым повреждениям в клеевых соединениях [5, 6]. С целью изучения поведения клеевых соединений под влиянием различных факторов определяют прочность в исходном состоянии и после воздействия этих факторов в процессе эксплуатации [7, 8]. Задачами работы являются выполнение комплекса исследований по выбору рациональной рецептуры отечественных ММФ клеев на основе результатов испытаний с целью определения

---

прочности и стойкости клеевых соединений древесины. Поскольку изменение влажности является весомым фактором, дестабилизирующим прочностные свойства для древесины и древесных материалов [9, 10], в первую очередь, проводилось определение водостойкости клеевых соединений.

Исследования выполнялись на малых образцах, в соответствии с утвержденной нормативно-технической документацией ГОСТ 15613.1-84. Образцы изготавливаются из древесины сосны (рис. 1) с использованием трех рецептов отечественного ММФ клея торговой марки «ProtoMin» – двухкомпонентной клеевой системы на основании меламин-формальдегидной смолы и кислотного отвердителя, производится в соответствии с ТУ 20.52.10-001-19299941-2022 «Двухкомпонентные аминопластовые системы «ProtoMin». Рецептуры отличались количественным содержанием отвердителя. В рецептуре №1 присутствовало 20 весовых частей отвердителя, в рецептуре №2 – 50 весовых частей, в рецептуре №3 – 100 весовых частей.

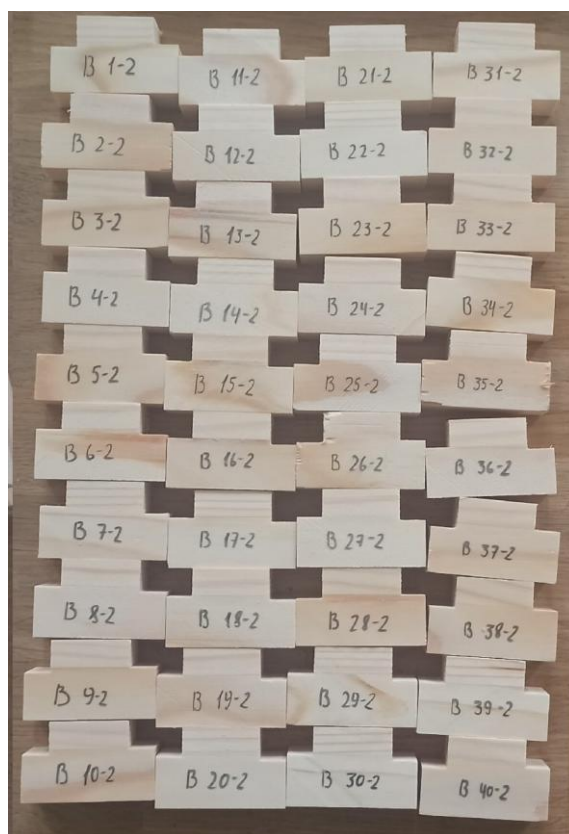


Рис. 1. Образцы.

Испытания до разрушения образцов проводят по методике определения предела прочности при скалывании вдоль волокон по ГОСТ 33120-2014, п.6. На рис. 2 показан процесс испытания и разрушение образца. Все образцы, подверженные испытаниям, разрушались по древесине.



Рис. 2. Испытание образцов и характер их разрушений

В таблицах 1-3 сведены результаты испытаний при определении водостойкости клеевых соединений по рецептурам №№ 1-3, соответственно.

Таблица 1. Результаты при определении водостойкости клеевых соединений рецептуры №1

№	Характеристика испытания	Вид образцов	Относительная прочность, %		
			Единица измер.	По ГОСТ 33121-2014	При испытаниях
1	После вымачивания	Мокрые	МПа	От 3,2	5,2
2		Мокрые	%	От 60	64
3		Высушенные	МПа	От 3,2	8,0
4		Высушенные	%	Более 60	100
5	После кипячения	Мокрые	МПа	От 3,2	5,0
6		Мокрые	%	Более 60	61
7		Высушенные	МПа	От 4,3	8,1
8		Высушенные	%	От 90	100

Таблица 2. Результаты при определении водостойкости клеевых соединений рецептуры №2

№	Характеристика испытания	Вид образцов	Относительная прочность, %		
			Единица измер.	По ГОСТ 33121-2014	При испытаниях

1	После вымачивания	Мокрые	МПа	От 3,2	4,0
2		Мокрые	%	От 60	65
3		Высушенные	МПа	От 3,2	5,94
4		Высушенные	%	Более 60	100
5	После кипячения	Мокрые	МПа	От 3,2	3,6
6		Мокрые	%	Более 60	62,5
7		Высушенные	МПа	От 4,3	6,81
8		Высушенные	%	От 90	101,25

Таблица 3 - Результаты при определении водостойкости клеевых соединений  
для рецептуры № 3

№	Характеристика испытания	Вид образцов	Относительная прочность, %		
			Единица измер.	По ГОСТ 33121-2014	При испытаниях
1	После вымачивания	Мокрые	МПа	От 3,2	4,4
2		Мокрые	%	От 60	52,2
3		Высушенные	МПа	От 3,2	6,81
4		Высушенные	%	Более 60	80,8
5	После кипячения	Мокрые	МПа	От 3,2	3,8
6		Мокрые	%	Более 60	45,1
7		Высушенные	МПа	От 4,3	7,1
8		Высушенные	%	От 90	84,2

Анализ полученных данных, после проведенных испытаний на водостойкость клеевых соединений – изменение прочности после температурно-влажностных воздействий, характер разрушения клеевых соединений (100 % по древесине, клеевая прослойка сохраняет целостность), позволяет отнести клеевые соединения, выполненные на каждой из трёх рецептур клея, к повышенной по ГОСТ 33122-2014.

### Литература

1. Черных А. Г., Казакевич Т. Н., Груничев В. С., Кучко В. А. Унификация клеёных деревянных конструкций. Инновации в деревянном строительстве: Материалы 11-й Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 22–23 апреля 2021 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. С. 38-46.
2. Рыжов С. А. Применение метода модификации синтетических связующих составов в производстве древесных плит строительного назначения. Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. С. 1385-1389.
3. Мазаник, Н. В., Божелко И.К. Эксплуатационные характеристики клеев для составных деревянных конструкций. Труды БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2016. № 2(184). С. 136-139.
4. Русаков Д. С., Варанкина Г.С., Чубинский А. Н. Модификация фенолоформальдегидных смол отходами производства алюминия и целлюлозы. Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 2(368). С. 130-140.
5. Фрейдин А.С., Вуба К.Т. Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины. Москва: Лесная Промышленность, 1980. 223 с.

6. Lukina A., Lisyatnikov M., Lukin M., Vatin N., Roshchina S. Strength properties of raw wood after a wildfire Magazine of Civil Engineering. 2023. № 3 (119). P. 11907.

7. Миронова С. И., Тихомиров А. В., Кирютина С. Е. Изучение стойкости клеевых соединений деревянных конструкций на основе однокомпонентного полиуретанового клея к температурно-влажностным воздействиям. Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2(61). С. 90-95.

8. Lukina A., Lisyatnikov M., Martinov V., Kunitskya O., Chernykh A., Roschina S. Mechanical and microstructural changes in post-fire raw wood. Architecture and Engineering. 2022. V. 7. № 3. P. 44-52.

9. Кулинич, А. В., Ануфрович В.В., Кутузов Е.Н. Влияние влажности на трещиностойкость древесины. Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций сборник научных трудов 2-й Международной научно-практической конференции: в 2 томах, Курск, 01 октября 2019 года. Том 1. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. С. 234-238.

10. Владимир Волинский: Технология клееных древесных материалов. Учебное пособие для вузов. Архангельск: Изд-во Архангельского ГТУ, 1198. 299 с.

### References

1. Cherny`x A. G., Kazakevich T. N., Grunichev V. S., Kuchko V. A. Unifikaciya kleyony`x derevyanny`x konstrukcij. Materialy` 11-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Sankt-Peterburg, 22–23 aprelya 2021 goda. Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskij gosudarstvenny`j arxitekturno-stroitel`ny`j universitet, 2021. pp. 38-46.

2. Ry`zhov S. A. Mezhdunarodnaya nauchno-texnicheskaya konferenciya molody`x ucheny`x BGTU im. V.G. Shuxova. Belgorod:

---



Belgorodskij gosudarstvennyj texnologicheskij universitet im. V.G. Shuxova, 2017. pp. 1385-1389.

3. Mazanik, N. V., Bozhelko I.K. Trudy` BGTU. Lesnaya i derevoobrabaty`vayushhaya promy`shlennost`. 2016. № 2(184). pp. 136-139.

4. Rusakov D. S., Varankina G.S., Chubinskij A. N. Izvestiya vy`sshix uchebny`x zavedenij. Lesnoj zhurnal. 2019. № 2(368). pp. 130-140.

5. Frejdin A.S., Vuba K.T. Prognozirovanie svojstv kleevy`x soedinenij drevesiny` [Prediction of properties of adhesive joints in wood]. Moskva: Lesnaya Promy`shlennost`, 1980. 223 p.

6. Lukina A., Lisyatnikov M., Lukin M., Vatin N., Roshchina S. Magazine of Civil Engineering. 2023. № 3 (119). P. 11907.

7. Mironova S. I., Tixomirov A. V., Kiryutina S. E. Vestnik grazhdanskix inzhenerov. 2017. № 2(61). pp. 90-95.

8. Lukina A., Lisyatnikov M., Martinov V., Kunitskya O., Chernykh A., Roschina S. Architecture and Engineering. 2022. V. 7. № 3. pp. 44-52.

9. Kulinich, A. V., Anufrovich V.V., Kutuzov E.N. Vliyanie vlazhnosti na treshhinostojkost` drevesiny`. Sbornik nauchny`x trudov 2-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2 tomah, Kursk, 01 oktyabrya 2019 goda. Tom 1. Kursk: Yugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet, 2019. pp. 234-238.

10. Vladimir Voly`nskij: Texnologiya kleeny`x drevesny`x materialov. Uchebnoe posobie dlya vuzov [Glulam technology]. Arxangel`sk: Izd-vo Arxangel`skogo GTU, 1198. 299 p.