

КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ В РАМКАХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Хмельницкий Е.С.¹, старший преподаватель кафедры «Промышленное и гражданское строительство» МОУВО «Белорусско-Российский университет» г. Могилев, Беларусь, Рябычена В.Ю.², студент гр. ЭН-231 МОУВО «Белорусско-Российский университет», Шкадовская Д.А.,³ студент гр. ЭН-231 МОУВО «Белорусско-Российский университет»

Аннотация: В статье анализируется влияние различных аспектов окружающей среды на прочность древесины и ее деформативные характеристики. Исследуются поведение деревянных образцов в течении длительного промежутка времени в различных условиях с последующим сравнением. Рассматривается возможность применения данных исследований для прогнозирования поведения деревянных конструкций в течении всего срока эксплуатации.

Ключевые слова: древесина, деревянные конструкции, Могилевская область, прочностные характеристики, деформативные характеристики.

Экологические и климатические изменения, произошедшие в мире за последние десятилетия, оказывают непосредственное влияние на вегетативные процессы и развитие всех растительных организмов, в том числе и деревьев, предназначенных для изготовления деловой конструктивной древесины, качество древесины которых определяется деятельностью камбия [1].

Климат Могилева является умеренно-континентальным, для которого характерно теплое лето (до +24 °С) и мягкая зима (от -4 °С до -20 °С). Такая погода объясняется тем, что город находится в центральной части Восточно-Европейской равнины. Зимы умеренно холодные, с наблюдаемой в последние десятилетия тенденцией перехода к «европейской зимы», для которой характерно малое количество снега или его отсутствие с температурой воздуха от -5 до 0 °С. За последние 40 лет среднегодовая температура в данном регионе увеличилась в 2,1 раза (в 1980 году была 4,1 °С, а в 2020 году уже 8,5 °С). На фоне этого наблюдается увеличение продолжительности теплого периода года и сокращение холодного. Весенний сезон начинается ближе к концу марта, при установлении среднесуточная температура выше 0 °С. К апрелю температура достигает 10–15 °С, а в мае 20–25 °С.

Уровень влажности в Могилевском районе обусловлен сезонными изменениями и погодными условиями. Зимой он обычно высокий, особенно в дни с обильными снегопадами, и может колебаться от 70 % до 90 %. Весной уровень влажности начинает снижаться, особенно в марте, но с приходом более теплых дней в апреле и мае он может снова увеличиваться из-за дождей. В среднем, влажность весной колеблется от 60 % до 80 %. Среднегодовая влажность воздуха в период с 1980 до 2020 гг. колебалась в пределах от 76 % до 82,7 % (самая высокая влажность была зафиксирована в 1980 году и равнялась 82,7%, а минимальная в 2015 году

– 76%).

Таким образом мы можем наблюдать существенные климатические изменения в данном регионе, которые непосредственно влияют на качество деревянных конструкций. Так более длительный и жаркий летний сезон ведет к образованию в стволе годичных колец с большим объемом рыхлой светлой древесины, что влияет на общую прочность материала. Циклическое промышленное производство пиломатериалов на территории страны также негативно сказывается на свойствах получаемых пиломатериалов, стволы деревьев хвойных пород не успевают набрать достаточного диаметра для изготовления из них большого объема качественной конечной продукции, а плотность производимых насаждений и экологические факторы влияют на структуру и химический состав древесины.

Исходя из этого весьма актуальным является вопрос определения прочностных и деформативных характеристик строительных пиломатериалов в современных условиях, а также прогнозирование их поведения при долгосрочной эксплуатации.

Для проведения исследований были отобраны четыре группы (по 15 штук в каждой группе) образцов из древесины хвойных пород (сосна) с размерами сечения 40x40 мм и высотой 60 мм. Для уменьшения влияния случайных факторов были выбраны бруски без дефектов и пороков. Каждая из групп была помещена в индивидуальные условия окружающей среды на испытательном полигоне Белорусско-Российского университета. Первая группа, с маркировкой

«У», в условиях непосредственного воздействия атмосферных осадков, температуры и ультрафиолетового излучения. Вторая группа, с маркировкой

«Н», под навесом, защищающим от солнечного света и солнечных лучей, но под воздействием атмосферной влаги и уличной сезонной температуры. Третья группа, с маркировкой «Х», в неотапливаемом помещении с постоянной влажностью и переменной температурой. Четвертая группа, с маркировкой «Т», в отапливаемом помещении при постоянных температуре и влажности.

Исследования проводятся в течении одного цикла осеннего, весеннего и зимнего периодов в г. Могилеве. С периодичностью в 14 дней для каждого из образцов производятся измерения геометрических параметров (высота образца вдоль волокон, ширина в тангенциальном и радиальном направлении) с точностью до 0,1 мм, а также влажности с помощью измеритель влажности материалов ВИМС-2.21. В момент измерения фиксируются температура и влажность окружающей среды для каждой из групп образцов, а также проводится фотосъемка при одинаковом камеральном освещении для отслеживания динамики изменения цвета поверхности брусков. Исходя из замеренных размеров образцов можно сделать вывод, что самые существенные деформации происходили с образцами в течении первого месяца, пока влажность образцов

выравнивалась с влажностью окружающей среды. Дальнейшие изменения для групп «У» и «Н» на прямую зависели от значения атмосферной влажности, а для групп «Т» и «Х» практически не фиксировались ввиду постоянного значения влажности внутри помещения.

Каждые два месяца из каждой испытательной группы планируется изымать по 5 образцов для проведения их испытания на центральное сжатие вдоль волокон древесины с целью отслеживания динамики изменения прочности в зависимости от длительности воздействия внешней среды. Первая партия образцов в количестве 20 штук была отобрана и испытана 5 февраля 2025 г. Испытания проводились с помощью гидравлического пресса Matest C041N, при постоянной скорости приложения нагрузки равной 0,2 МПа/с (Рисунок 1). Остановка нагружения производилась при падении нагрузки ниже максимальной на величину более 5 %. Для каждого образца испытательным оборудованием фиксировался цифровой протокол с указанием типа теста, площади поперечного сечения образца, максимальной нагрузки, продолжительности, напряжения при разрушении, даты и времени проведения. Перед испытанием бруски выдерживались в температурно-влажностных условиях лаборатории в течении двух недель до достижения одинаковой влажности. Контроль объемных и влажностных образцов проводился непосредственно перед помещением образца под пресс.



Рисунок 1 – Испытание образца первой партии на сжатие вдоль волокон

По результатам испытания первой партии деревянных элементов можно сделать вывод, что для образцов отдельной группы «У» наблюдалось незначительное падение показателей прочности по сравнению с образцами других групп. Однако конечный вывод о влиянии различных факторов на прочностные характеристики древесины в данных условиях возможно будет сделать только после испытания всех партий с учетом выборки и методов математической статистики.

Отклонение от первоначального цвета поверхности деревянных образцов связано в основном с воздействием солнечного света. Ультрафиолетовое излучение воздействует на смолы в древесине и меняет их основные свойства. Также важным фактором воздействия является

влажность, атмосферная и в виде осадков, попадающих на поверхность элементов. Контакт с водой приводит к появлению химических процессов, нарушающих целостность внешних слоев и является предпосылкой к появлению биологического поражения (грибки, плесень и т.д.), что в свою очередь приводит к потемнению поверхностных слоев [2]. При большой влажности структурным разрушениям также способствуют попеременные циклы замораживания и оттаивания, т.к. накопленная в трахеидах вода при замерзании расширяется и разрывает их изнутри.

Для определения изменения цвета использовалась аддитивная цветовая модель RGB (Red, Green, Blue). На фотографиях, выполняемых при периодических замерах при одинаковом освещении и фокусном расстоянии, были зафиксированы типовые точки для каждой из групп образцов, на которых производился замер параметров цвета. Исходя из полученных данных, после измерения цвета, использовалась вышеуказанная формула, по которой определяется расстояние между цветами:

$$P = \sqrt{(R_1 - R_2)^2 + (G_1 - G_2)^2 + (B_1 - B_2)^2};$$

где P - расстояние между цветами;

R₁ - начальное значение интенсивности красной составляющей цвета; R₂ - конечное значение интенсивности красной составляющей цвета; G₁ - начальное значение интенсивности зеленой составляющей цвета; G₂ - конечное значение интенсивности зеленой составляющей цвета; B₁ - начальное значение интенсивности синей составляющей цвета; B₂ - конечное значение интенсивности синей составляющей цвета.

Получаемое расстояние между является безразмерной величиной и характеризует степень произошедших изменений (чем больше расстояние, тем больше изменение). Данные по этим параметрам для всех групп образцов в течении двух типовых месяцев исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение цвета древесины

Даты	Разность расстояния между цветами			
	Группа «У»	Группа «Н»	Группа «Х»	Группа «Т»
14.12 – 27.12	5,852	1,581	1,732	1,803
27.12 – 09.01	9,083	2,236	1,803	2,121
09.01 – 23.01	14,612	3,202	2,121	2,291
23.01 – 03.02	21,558	4,555	1,118	2,236
03.02 – 21.02	32,611	5,099	1,000	2,291
За период (14.12 – 21.02)	79,546	12,227	1,732	0,501

Исходя из полученных данных можно увидеть, что образцы группы «Т» и группы «Х» практически не претерпели изменений цвета ввиду того, что не подвергались внешнему воздействию (кроме колебаний температуры для группы «Х»), а имеющиеся колебания показателей можно списать на

неточность производимых измерений, колебания освещения и попадания в нужную точку замера параметра. Образцы группы «Н», подверженные дополнительному воздействию атмосферной влаги по сравнению с предыдущими группами имеют незначительный прирост. Следовательно, такое воздействие окажет реально заметное влияние на цвет только при очень больших сроках, сопоставимых с полной нормативной длительностью эксплуатации конструкции. Наибольшее приращение параметра расстояния между цветами получили образцы группы «У», что подтверждается визуальным осмотром (наличие видимого потемнения образца с уходом в серый цвет по сравнению с образцами других групп). На основе анализа изменений цвета древесины в указанные периоды можно сделать выводы, что процесс старения материала, при наличии неблагоприятных прямых факторов воздействия начинается уже при достаточно малых сроках эксплуатации.

Актуальность темы исследования с тенденцией роста использования деревянных конструкций для возведения зданий различного назначения на европейском континенте в последние годы. Такая динамика наблюдается в виду их высокой экологической безопасности для людей и животных, а также возможности возобновления данного ресурса. При этом следует учитывать, что экологические и климатические факторы окружающей среды уже оказали существенное влияние на материал и требуется пересмотр к подходу определения их характеристик.

В свою очередь отслеживание и прогнозирование динамики изменения цвета деревянной поверхности является важным эксплуатационным фактором, т.к. он влияет на архитектурный облик отдельной конструкции и всего здания в целом. В отдельных случаях данный феномен носит положительный характер, например, для придания отдельным деревянным элементам вида «старых» конструкций в случае реконструкции памятников деревянного зодчества [3], однако в основном носит негативный характер. Таким образом учет факторов внешнего воздействия помогает спрогнозировать сроки проведения ремонтных работ фасадов с использованием деревянных элементов.

Согласно основным техническим нормативно-правовым актам [4, 5], действующим в стране на данный момент в области расчета деревянных конструкций, влияние влажности и температуры на прочностные и деформативные свойства учитывается только косвенно, с помощью коэффициента модификации k_{mod} . Данный коэффициент принимает во внимание только температуру и влажность помещения в котором будет эксплуатироваться рассчитываемая конструкция, но не свойства материала самого элемента.

Испытание первой партии образцов показали незначительное снижение прочности у образцов подверженных прямому воздействию, по сравнению с другими испытываемыми группами. Однако окончательный вывод о влиянии различных факторов на прочность древесины возможен после анализа испытаний всех партий, т.к. требуется выдержка при более

длительном воздействии среды. Последующие исследования позволят получить более полную картину об изменениях прочности древесины.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Обыдёнников В.И. Лесоводство. Учебник для направления подготовки 35.03.01 «бакалавр лесного дела». [Текст] / В.И.Обыдёнников, С.А.Коротков, В.Д.Ломов, С.Н. Волков– М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. – 272 с.
2. Варфоломеев, Ю.А. Обеспечение долговечности изделий из древесины [Текст] / Ю.А. Варфоломеев. –М.: Изд-во «Ассоль», 1992. – 255 с.
3. Сергачёв, С.А. Народное зодчество Беларуси. История и современность [Текст] / С.А. Сергачев. – Минск : Белорусская Энциклопедия имени Петруся Бровки, 2015 – 560. – 1000 экз.
4. СН 5.05.01-2021. Деревянные конструкции. – Введ. 01.06.2021 – Минск: Минстройархитектуры, 2021. – 115 с.
5. СН 5.05.02-2023. Деревянные конструкции. Правила расчета. – Введ. 10.01.2024. – Минск: Минстройархитектуры, 2024. – 133 с.