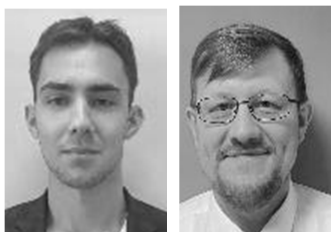


УДК 699.871



М.А. Аминов, М.В. Лукин
Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

ВЛИЯНИЕ АГРЕССИВНЫХ СРЕД НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассмотрена проблема химического воздействия на древесину. Показано, что несмотря на относительную химическую стойкость, деревянные конструкции подвержены воздействию агрессивных сред, что приводит к коррозии и снижению эксплуатационных характеристик. Предложены способы защиты древесины от агрессивных сред.

Агрессивная среда, кислоты, щелочи, деревянные конструкции.

Введение

Древесина, как правило, активно применяется при строительстве малоэтажных зданий. Также древесина используется в качестве несущих большепролетных конструкций [1].

Важным преимуществом этого материала является экологичность. Древесина является возобновляемым материалом и имеет низкий выброс углекислого газа. Она обладает высокой прочностью: модуль упругости вдоль волокон составляет порядка 10 000 МПа, а поперек 400 МПа. Расчетное сопротивление на изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон варьируется от 13 до 24 МПа в зависимости от сорта древесины. Также существенным критерием при выборе материала являются теплоизоляционные характеристики. Древесина обладает низкой теплопроводностью по сравнению с другими строительными материалами. Значения находятся в пределах $0,14\text{--}0,41 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot^\circ\text{C}}$. Например, минимальное значение теплопроводности у кирпичей начинается только с $0,41 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot^\circ\text{C}}$. Также древесина является легким материалом, ее плотность достигается при нормализованной влажности 12 % от 120 кг/м^3 (бальза) до 1300 кг/м^3 (бакаут) [1, 2]

У деревянных конструкций есть недостатки, которые препятствуют их массовому распространению: гигроскопичность, анизотропия, низкая биостойкость, горючесть. Влажность для древесины имеет первостепенное значение. Так как древесина гигроскопичная, она поглощает связанную воду в поры, вследствие чего происходит ухудшение свойств. Изменение влаги приводит к разбуханию или усыханию древесины, изменяя ее размеры, массу [3]. При повышении влажности уменьшаются прочность и жесткость древесины, что приводит к снижению долговечности деревянных конструкций. На примере деревянного пола можно увидеть последствия

разбухания древесины (меняется размер, форма, происходит коробление, образование трещин, потеря целостности конструкции).

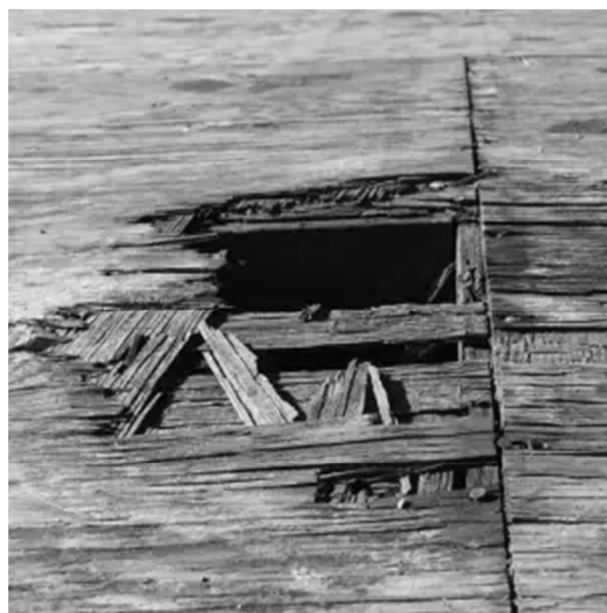


Рис. 1. Разбухание древесины [4]

Химический состав древесины

По химическому составу древесина представляет комплекс органических молекул, биополимеров. Разделяют на структурные и неструктурные компоненты. Структурными компонентами являются **холоцеллюлоза углеводная и лигнин**. Они представляют из себя строительные вещества и образуют стенки древесных тканей. Холоцеллюлоза углеводная подразделяется на целлюлозу и гемицеллюлозу.

Целлюлоза – это природный структурный полимер, который является основным компонентом древесины. Составляет каркас клеточных стенок. Целлюлоза

за обладает химической устойчивостью, не растворяется в воде, органическая. Гемиллюлоза – полисахарид, формирует структуру и обеспечивает дополнительную прочность. Также в структурные компоненты входит лигнин. Он представляет природный полимер, который характеризует одревесневшие стенки растительных клеток. Содержание структурных полимеров – порядка 90 %. К неструктурным относятся экстрактивные вещества. Их доля составляет 3–4 %, они не входят в состав клеток, обычно находятся внутри клетки и заполняют межклеточное пространство [5].

Большинство негативных факторов начинают проявляться вследствие влияния агрессивных сред. К ним относятся уменьшение долговечности, из-за чего уменьшается срок эксплуатации, происходит потеря прочности, высыхание и изменение цвета деревянных конструкций [6].

Химические разрушения

Агрессивное воздействие на деревянные конструкции оказывают химические среды – газообразные, твердые, жидкие. При их воздействии древесина подвергается химической коррозии. Несмотря на то, что древесина обладает химической стойкостью, все равно происходят изменения. Из внешних признаков – это изменение цвета. Понимание химического воздействия на деревянные конструкции имеет значение для обработки и долговечности материала.

Наибольшая степень воздействия на древесину газовых сред с фтористым водородом, сероводородом, оксидом азота, хлора и хлористого водорода достигается при влажном или мокром режиме. Так как древесина обладает хорошей химической стойкостью, то степень воздействия достигается среднеагрессивной согласно СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Сильные неорганические кислоты, такие как иодоводородная, серная, бромоводородная и азотная, вместе с солями разрушают одну из важнейших составляющих древесины – целлюлозу. При воздействии кислот происходит гидролиз целлюлозы. В результате гидролиза целлюлозы древесина у нее происходит потеря прочности. Однако на целлюлозу слабо влияют растворители (спирт, эфир, ацетон), разбавленные растворы минеральных кислот и щелочей, органические кислоты.

При воздействии щелочей слабые растворы позволяют извлекать из древесины смолистые вещества и могут взаимодействовать с лигнином и гемиллюлозами. Концентрированные щелочи действуют на древесину значительно сильнее, особенно при длительном нагревании под давлением. В последнем случае древесина практически полностью растворяется в щелочах с образованием органических кислот (уксусной и муравьиной), газов и смолы. В основном при взаимодействиях с щелочами разрушается лигнин, который характеризует одревесневшие стенки растительных клеток.

Для большего сопротивления проникновению агрессивных сред лучше всего использовать деревянные конструкции из смолистой древесины.

На рисунке 2 показан пример химической коррозии с деревянными конструкциями. При взаимодействии образуется ржавчина, приводящая к уменьшению долговечности древесины, вследствие чего снижается срок эксплуатации.



Рис. 2. Химическое разрушение древесины

Основное отличие между химическим воздействием и гниением заключается в характере разрушения. При воздействии кислот и щелочей образуется коррозия древесины. Она зависит от активности степени концентрации агрессивной среды и температуры. Деструкция древесины происходит в результате взаимодействия с грибами, которые разрушают целлюлозу. Сначала целлюлоза превращается в глюкозу, после чего происходит окисление глюкозы кислородом из воздуха. Деревянные конструкции окрашиваются в бурый цвет, появляются трещины, происходит потеря прочности.

Для увеличения долговечности древесины необходимо выполнять защитные меры. Поверхность контакта с окружающей средой должна быть минимальной. Также необходимо минимизировать количество узловых соединений, металлические крепления.

Для повышения долговечности деревянных конструкций используются лаки, масла, антисептики. Лакокрасочные покрытия создают барьер между древесиной и агрессивной средой. Лаки образуют пленку, защищающую от проникновения жидкостей и газов. Масла проникают в поры древесины, делая ее водоотталкивающей. Древесина, пропитанная маслом, становится более устойчивой к воздействию влаги и химических веществ. Антисептики предотвращают развитие микроорганизмов [6, 7].

Выводы

1. Влияние агрессивных средств зависит от степени влажности древесины.
2. Древесина является химически стойким материалом от воздействия щелочей и кислот, наиболее большим сопротивлением обладают хвойные породы, из-за содержания смолы.

3. В качестве защитных мер от разрушения древесины применяются лаки, масла, антисептики и комплекс конструктивных мероприятий: минимизация креплений, металлических узлов.

4. Долговечность древесины при взаимодействии с кислотами может не изменяться или значительно уменьшаться из-за потери механических свойств, прочности.

Литература

1. Исследование жизненного цикла деревянных покрытий зданий текстильной промышленности / С. И. Рощина, А. В. Лукина, Б. Е. Нармания [и др.] // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – № 4 (412). – С. 201–208.

2. Репин, В. А. Рациональные конструктивные решения треугольных ферм / В. А. Репин, А. В. Лукина, А. С. Усов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2023. – Т. 19, № 2. – С. 199–209.

3. Боровиков, А. М. Справочник по древесине: Справочник / Боровиков, А. М., Уголев, Б. Н ; под ре-

дакцией Б. Н. Уголева. – Москва : Лесная промышленность, 1989. – 296 с.

4. Влияние влажности на древесину. – URL: <https://www.tn.ru/journal/vliyanie-vlazhnosti-na-drevesinu/> (дата обращения: 06.02.2025). – Текст : электронный.

5. Нуштаева, А. В. Химия. Химический состав и структура древесины : учебное пособие / А. В. Нуштаева. – Пенза : ПГУАС, 2015. – 96 с

6. Строганов, В. Ф. Биоповреждение древесных материалов и конструкций / В. Ф. Строганов, В. А. Бойчук, Е. В. Сагадеев // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 2 (28). – С. 185–193

7. KellerShahin, T. Composite engineering structures in seawater – Review of durability and environmental performance / KellerShahin T., Maghsoudi Zand S., Habibi T. // Composite Structures. – URL: https://www.researchgate.net/publication/388363105_Composite_engineering_structures_in_seawater__Review_of_durability_and_environmental_performance (дата обращения: 06.02.2025). – Text : electronic.

M.A. Aminov, M.V. Lukin

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov

INFLUENCE OF AGGRESSIVE ENVIRONMENTS ON WOODEN STRUCTURES DURABILITY

The article discusses the problem of chemical effects on wood. It is shown that despite the relative chemical resistance wooden structures are susceptible to aggressive environments which leads to corrosion and reduced performance. Methods for protecting wood from aggressive environments are proposed.

Aggressive environment, acids, alkalis, wooden structures.