

УДК 624.011.1: 624.078

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА РАМНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

Д.О. Мартышкин, М.В. Арискин, Н.А. Самохин, А.В. Шубаев

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (ПГУАС),
г. Пенза, Российская Федерация

e-mail: historical95@mail.ru, m.v.ariskin@mail.ru, samoxinn@bk.ru, shibaev-83@mail.ru

Рассмотрены вопросы расчета несущей деревянной конструкции. Выполнено моделирование и расчет рамного каркаса при различной влажности древесины. Представлены результаты расчета. Установлено влияние влажности древесины на внутренние усилия и деформации конструкций.

Ключевые слова: деревянные конструкции, деревянная рама, влажность, усилия, деформативность.

THE RESULTS OF THE CALCULATION OF THE FRAME STRUCTURE AT DIFFERENT HUMIDITY OF WOOD

D. Martyshkin, M. Ariskin, N. Samokhin, A. Shibaev

Penza state university of architecture and construction (PSUAS), Penza, Russian Federation

e-mail: historical95@mail.ru, m.v.ariskin@mail.ru, samoxinn@bk.ru, shibaev-83@mail.ru

The issues of calculating the load-bearing wooden structure are considered. The modeling and calculation of the frame structure at different humidity of wood is carried out. The calculation results are presented. The influence of wood moisture on internal forces and deformations of structures has been established.

Keywords: wooden structures, wooden frame, humidity, forces, deformability.

Введение. В современной практике строительства несущие деревянные конструкции (далее ДК) применяются повсеместно [1-3]. Древесина в отличие от металлических и железобетонных конструкций обладает большей стойкостью к воздействию агрессивных сред, в связи с чем деревянные несущие конструкции нашли применение в объектах с высоким уровнем влажности такие как бассейны, хоккейные стадионы, объекты сельского хозяйства и химической промышленности. Расчет несущих ДК является основной задачей при создании и проектировании различных зданий и сооружений [1-2]. Наиболее распространёнными несущими ДК являются балки, фермы, рамы [1-2]. На этапе проектирования важно учитывать влияние влажности древесины и помещений здания на прочностные и деформативные характеристики несущих конструкций.

Моделирование и расчет. В [4] на основе натурных испытаний образцов установлено изменение деформативности при различной влажности древесины от 6 до 30 % по массе (рисунк 1). Далее рассмотрим изменение несущей способности рамной конструкции при различной влажности древесины. Необходимо выполнить моделирование и расчет здания с каркасом трехшарнирной рамы из клееной древесины.

Рама пролетом 18 м, с высотой стойки 3,66 м. и высотой в коньке 6,52 м. Поперечное сечение рамы прямоугольное с постоянной шириной 140 мм, высота сечения стойки и ригеля переменная и принята в соответствии с толщиной досок 33 мм: в пяте стойки – 429 мм, в карнизном

узле – 1152 мм, в коньке – 363 мм. К скатной части рамы приложены равномерно-распределённые нагрузки от веса покрытия (0,5 кПа) и снега (условно принят III снеговой район, 1,5 кПа).

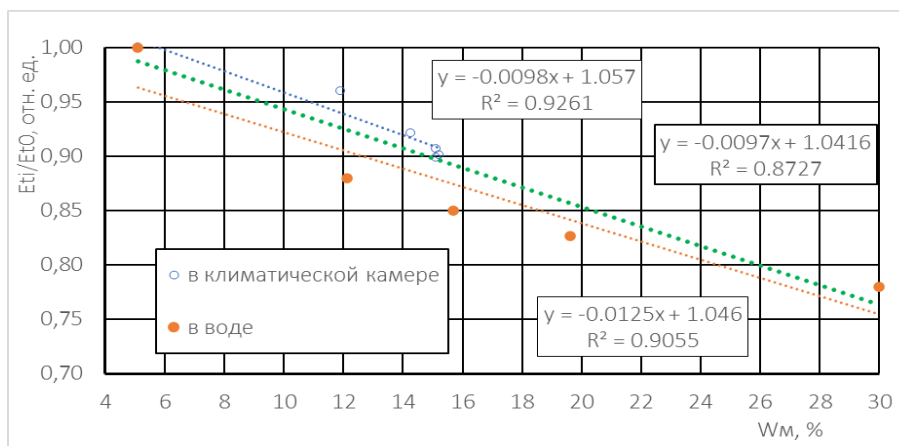
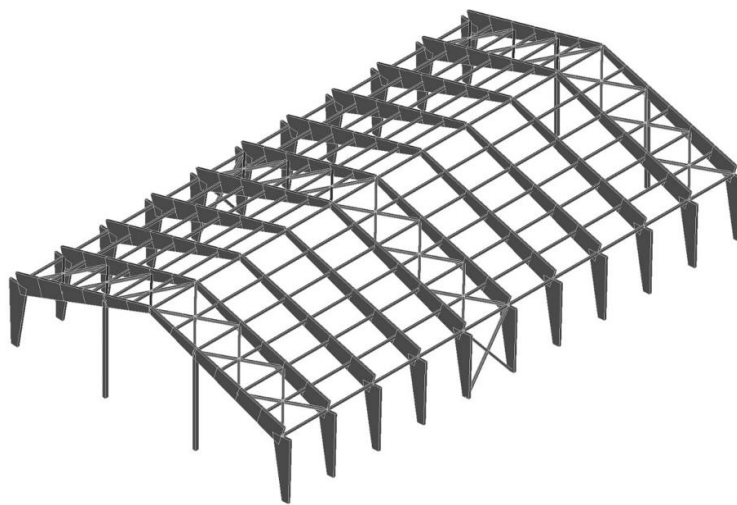


Рисунок 1. – Зависимость деформативности древесины от влажности при выдерживании в воде и в климатической камере ($\phi=98-100\%$; $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

На начальном этапе выполнена конечно-элементная модель клееной деревянной рамы (рисунок 2, а) в программном комплексе SCAD, а также выполнено моделирование в ПК Autodesk Revit (рисунок 2, б).

а)



б)

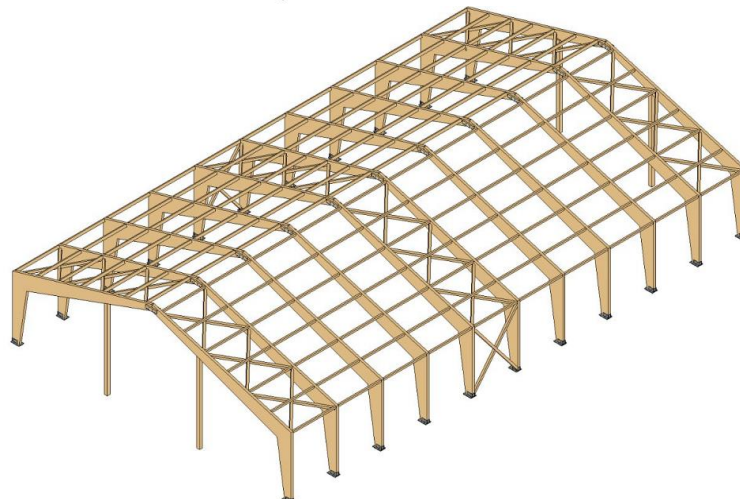


Рисунок 2. – Модели рамного каркаса в ПК SCAD (а), Revit (б)

Расчет выполнен в программном комплексе ПК SCAD методом конечных элементов. Расчеты деревянных конструкций выполнены в соответствии с СП 20.13330.2016 и СП 64.13330.2017. В ПК SCAD выполнен расчет каркаса здания, получены значения перемещений и усилий в элементах при различных параметрах влажности древесины (от 12 до 30%). Результаты расчета представлены в виде эпюр изгибающего момента M , продольной силы N и поперечной силы Q в несущих конструкциях (рисунок 3). На основе результатов расчета установлено, что увеличение влажности не приводит к изменению усилий в несущих элементах каркаса, однако повышается деформативность несущих конструкций. Для анализа деформаций рамной конструкции при различной влажности древесины рассмотрим вертикальные перемещения наиболее нагруженной рамы (рисунок 4).

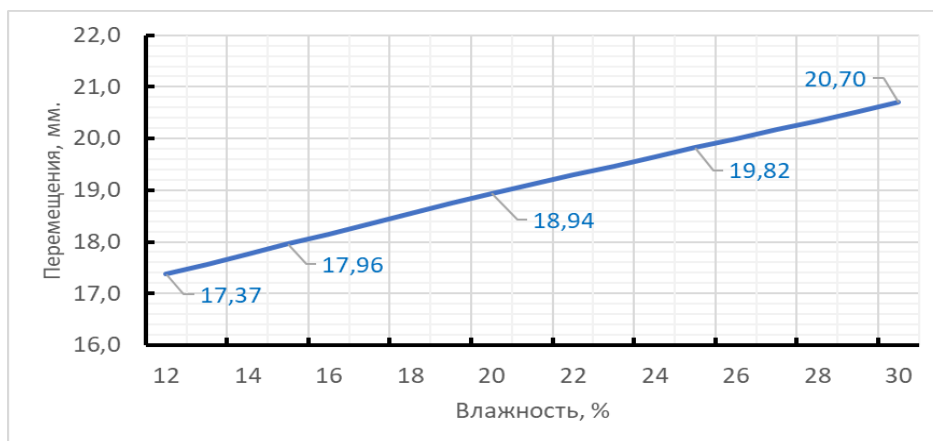


Рисунок 4. – Зависимость вертикальных перемещений деревянной рамы здания от влажности

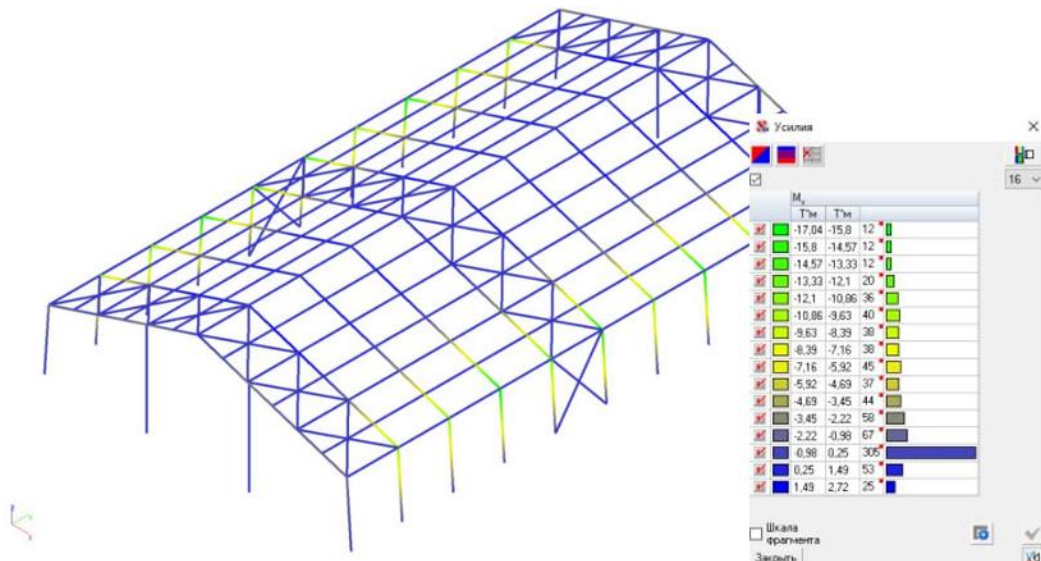
Согласно рисунку 4, увеличение влажности древесины приводит к возрастанию вертикальных перемещений клееной деревянной арки на 16%. В [5, 6] отмечено, что узлы клееной деревянной рамы целесообразно выполнять с применением клеенных металлических и композитных шайб. Коррозионная стойкость и аутентичность соединений дает возможность применения деревянных конструкций с узлами на клеенных шайбах из стеклотекстолита и пластика как в объектах с нормальными условиями эксплуатации, так и с агрессивной средой (объекты химической промышленности, животноводства, сельского хозяйства) [6].

На основании вышеуказанного, влияние влажности древесины необходимо учитывать при расчете узловых соединений на клеенных стеклопластиковых шайбах. В [7] выполнено численное моделирование и расчёт образцов ПК Ansys с различными параметрами влажности древесины. Согласно результатам расчета величины напряжений сжатия σ_y по при влажности древесины 12%, 15%, 20%, 25%, 30% отличаются незначительно (величина невязки не превышает 10 %), что подтверждает правильность численной модели. Однако, увеличение влажности древесины приводит к возрастанию распределения перемещений и как следствие, к снижению жесткости и несущей способности соединений деревянных конструкций на клеенных стеклопластиковых шайбах.

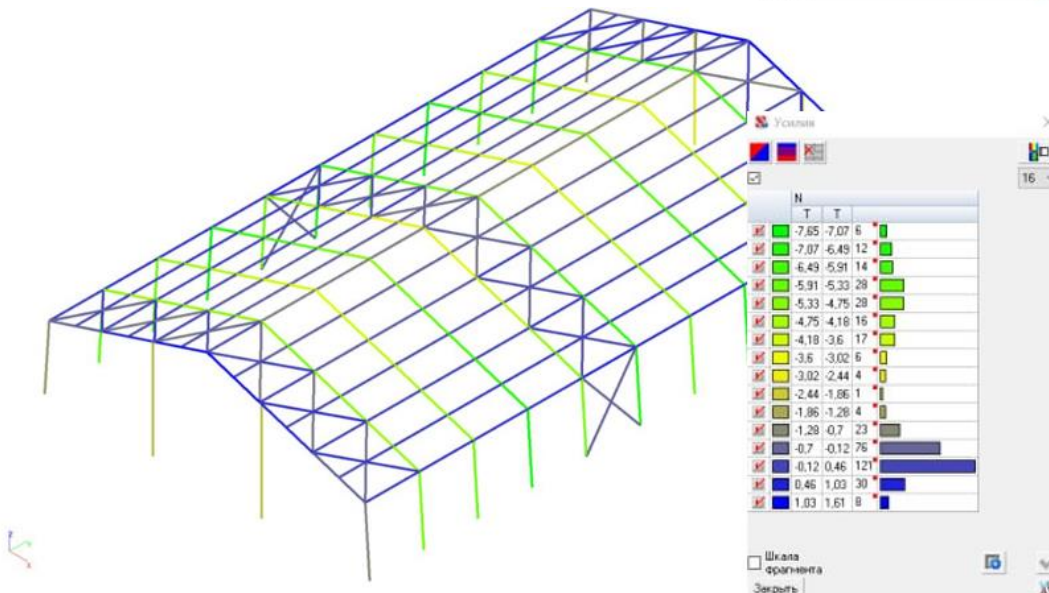
Заключение. Согласно результатам расчета рамной конструкции установлено, что при увеличении влажности древесины внутренние усилия незначительно меняются, но возрастают деформации конструкции.

Применение древесины сосны второго сорта с влажностью 12% является целесообразным для несущих деревянных конструкций. При проектировании объектов с агрессивной средой необходимо учитывать параметры влажности древесины для определения несущей способности соединений и конструкции в целом.

а)



б)



в)

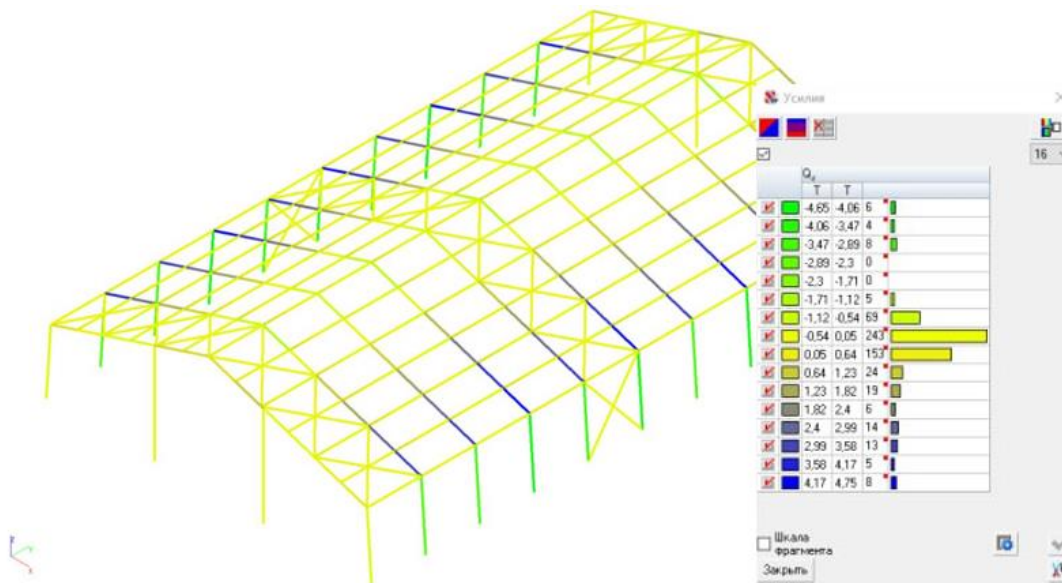


Рисунок 3. – Эпюры изгибающего момента M , т*м (а), продольной силы N , т (б) и поперечной силы Q , т (в) в несущих конструкциях

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаппоев М.М., Гуськов И.М., Ермоленко Л.К., Линьков В.И., Серова Е.Т., Степанов Б.А., Филимонов Э.В. Конструкции из дерева и пластмасс. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 440 с.
2. Калугин А.В. Деревянные конструкции. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 286 с.
3. Сибен А.В. Клеёные деревянные конструкции в строительстве: эффективность и проблемы применения // В сборнике: Новые технологии – нефтегазовому региону. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В IV томах. – Тюмень, 2022. – С. 180–183.
4. Мартышкин Д.О., Лавров И.Ю. Влияние влажностного состояния на деформативные характеристики древесины при статическом и динамическом нагружении // ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ Материалы XVIII Международной научно-технической конференции молодых учёных, посвященной памяти профессора В.И. Калашникова. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (Пенза), 2023. Р. 127–133.
5. Арискин М.В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб: дисс. канд. техн. наук: 05.23.01/ Арискин Максим Васильевич. – Пенза, ПГУАС, 2011. – 190 с.
6. Коррозионностойкие соединения деревянных конструкций с применением клеенных шайб из композитных материалов / М.В. Арискин, Д.О. Мартышкин, И.В. Ванин, И.В. Залилов // Сборник докладов VI Национальной научно-практической конференции. Том Секция 5 «Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства». – Пенза. – 2023. – С.8-11.
7. Результаты численного моделирования напряженно-деформированного состояния соединений на клеенных стеклопластиковых шайбах при различной влажности древесины / Д.О. Мартышкин, Н.В. Колесников, И.В. Залилов // Сборник статей актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства. Секция 5. Технические науки. – Пенза. 2024. – С.35-42.