

Издатель

ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Студенческий научный электронный журнал

StudArctic Forum

<http://saf.petrso.ru>

XX / 2020

Главный редактор

В. С. Сюнёв

Редакционный совет

С. Б. Васильев
Г. Н. Колесников
А. Н. Петров

Редакционная коллегия

М. И. Зайцева
А. Ю. Борисов
Т. А. Гаврилов
А. Ф. Кривоноженко
Е. И. Соколова
Л. А. Девятникова
Ю. В. Никонова
Е. О. Графова
А. А. Кузьменков
Р. В. Воронов
М. И. Раковская

Редакция

А. Г. Марахтанов
А. А. Малышев
Р. А. Мацуев

ISSN 2500-140X

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Ленина, 33.

E-mail:saf@petrsu.ru

<http://saf.petrso.ru>

Техника и технологии строительства

Зависимость величины разрушающей нагрузки при сдвиге соединений деревянных элементов от количества нагелей

МАЦУЕВ Роман Александрович

академический бакалавриат, ПетрГУ (просп. Ленина, 33, Петрозаводск, Респ. Карелия, 185000),
matzuev2012@yandex.ru

МЕХЕДА Мария Дмитриевна

академический бакалавриат, ПетрГУ (просп. Ленина, 33, Петрозаводск, Респ. Карелия, 185000),
mary.may.69@yandex.ru

Ключевые слова:

конструкции из древесины
узлы
сдвиг
прочность
податливость.

Аннотация:

Данная статья посвящена нахождению точной зависимости между показаниями разрушающей нагрузки и количеством крепежных деталей в соединении деревянных элементов при деформации сдвига. Актуальность темы обусловлена тем, что затрагиваются вопросы, связанные с грамотным использованием пополняемого ресурса, такого как древесина, в условиях сложного напряженного состояния, возникающего повсеместно.

Основной текст

Введение

На сегодняшний день известны различные типы строительных материалов. Однако в качестве конструктивных широко применяются в наше время лишь несколько, таких как: бетон, металл, железобетон, кирпич, газобетон и древесина.

На последнем остановимся подробнее. Древесина - это материал, производимый из кустарников и деревьев. Она применяется для производства самых разных предметов и строительства. Отличительной чертой древесины является ее "природность", естественность. Древесина, как строительный материал, имеет массу плюсов, к примеру:

Легкость в обработке;

Прочность;
Долгий период эксплуатации;
И др.

Одним из главных преимуществ древесины является ее экологичность. Дом из древесины, при должном уходе и обработке этого строительного материала, может эксплуатироваться очень долго.

Немаловажным и является адгезия древесины. При высокой влажности в помещении материал впитывает эту влагу, а при низкой влажности – наоборот, отдает. Тем самым поддерживая благоприятный микроклимат.

Именно поэтому древесина часто используется в качестве материала для строительства загородного дома, дачи и др. Одним словом, для строительства индивидуальных зданий или сооружений.

При проектировании будущего здания или сооружения из древесины, не стоит забывать и о сопротивлении тем или иным видам деформаций, а так как древесина – материал анизотропный, то и прочность ее при разных видах воздействия, в зависимости от того, вдоль или поперек волокнам приложена нагрузка, может отличаться в десятки раз.

В реальных конструкциях проектировщик старается спланировать на бумаге так, чтобы тот или иной элемент сопротивлялся, исключительно, одному виду деформаций. Однако на практике так редко выходит в силу разных причин. В большинстве случаев при объемном напряженном состоянии имеет место сочетание внешних сил, приложенных к телу и действующих в разных плоскостях, которое приводит к сложным деформациям.

Поэтому при изучении прочности элементов или соединений рассматривают несколько основных типов деформаций:

Растяжение (сжатие);

Сдвиг;

Кручение;

Изгиб;

Случай сложных деформаций (сочетание простых деформаций)[1].

При изучении данного вопроса было выявлено, что сопротивлению при сдвиге соединений деревянных элементов не было уделено должного внимания, хотя такой вид деформации встречается достаточно часто. К примеру, в каркасном доме такого рода деформация возникает внизу стоек, в тех местах, где они крепятся к нижнему поясу обвязки (рис. 1).

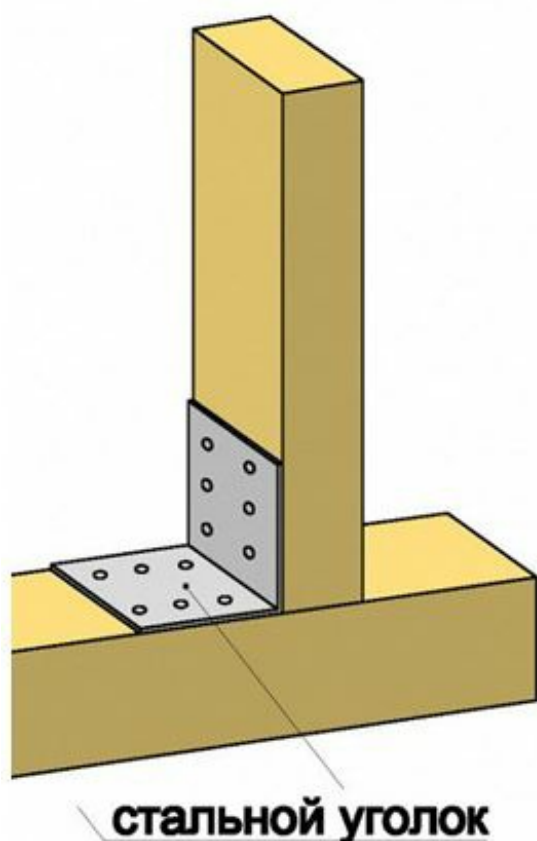


Рис. 1. Крепление стойки к нижней обвязке с помощью стального уголка
Основной текст

При исследовании данной области было произведено 2 серии испытаний соединений деревянных элементов на станке SHUMATZU.

Первая серия испытаний

Материалы: Доски строганные сечения 20X100 мм, саморезы, универсальные оцинкованные с потайной головкой и техническими характеристиками (табл. 1):

Технические характеристики	
Диаметр, мм	4
Длина, мм	60
Длина резьбы, мм	50
Высота головки, мм	1,76-2,15
Шаг резьбы, мм	1,8
Диаметр головки, мм	7,64-8,05
Кол-во штук в 1 кг	316,66

Табл. 1. Характеристики саморезов

Образец 1

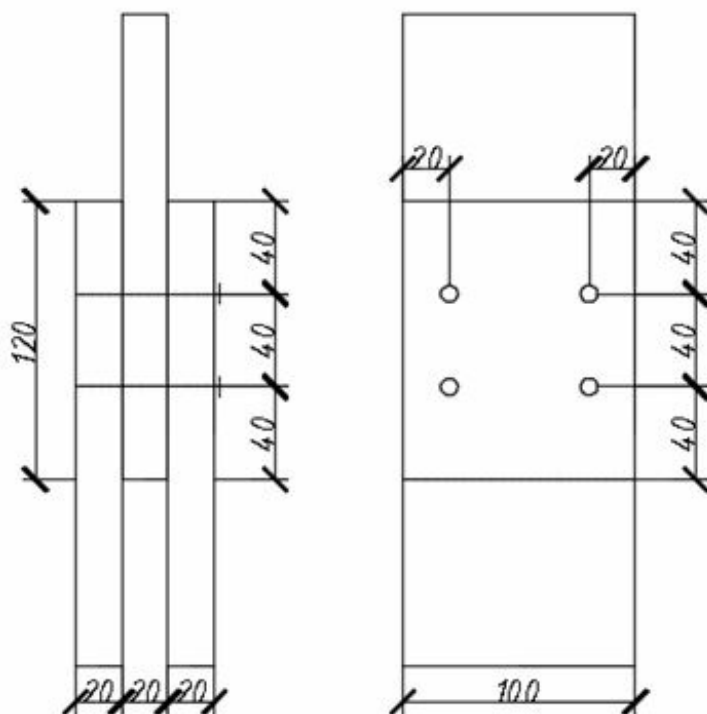


Рис. 2. Схема образца 1

Описание: Три доски скреплены саморезами, универсальными оцинкованными с потайной головкой и размерами 60x4 мм, как показано на рисунке (наслоение одной доски на другую составляет 120 мм, саморезы закручены так, чтобы расстояние от боковых граней составляло 20 мм, а шаг по вертикали составлял 40 мм) (рис. 2).

Ход работы: Образец закрепляют в машине так, как показано на рисунке (рис. 3):



Рис. 3. Схема загрузки образца 1

Методика исследования: эксперимент с использованием универсальной испытательной машины SHIMADZU AGS-X 300kN (рис. 4).



Рис. 4. Фото закрепленного в машине образца

В ходе испытания был построен график зависимости силы, в результате действия которой происходит сдвиг в соединении, от хода центральной доски (рис. 5):

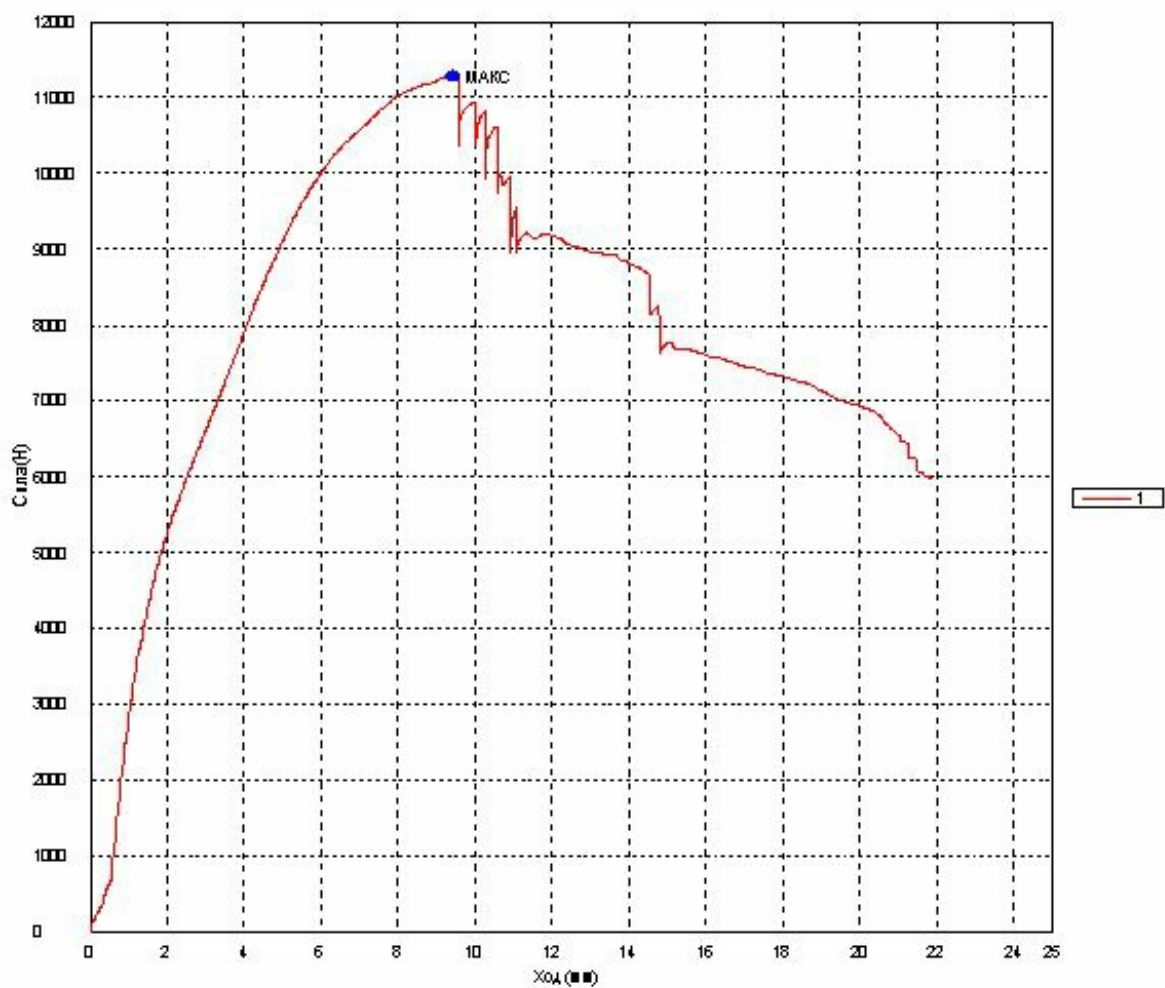


Рис. 5. График зависимости силы от хода

Результаты испытания до разрушения представлены в графической форме. По результатам максима нагрузка при разрушении образца 1 составила 11288.1 Н.

Образец 8

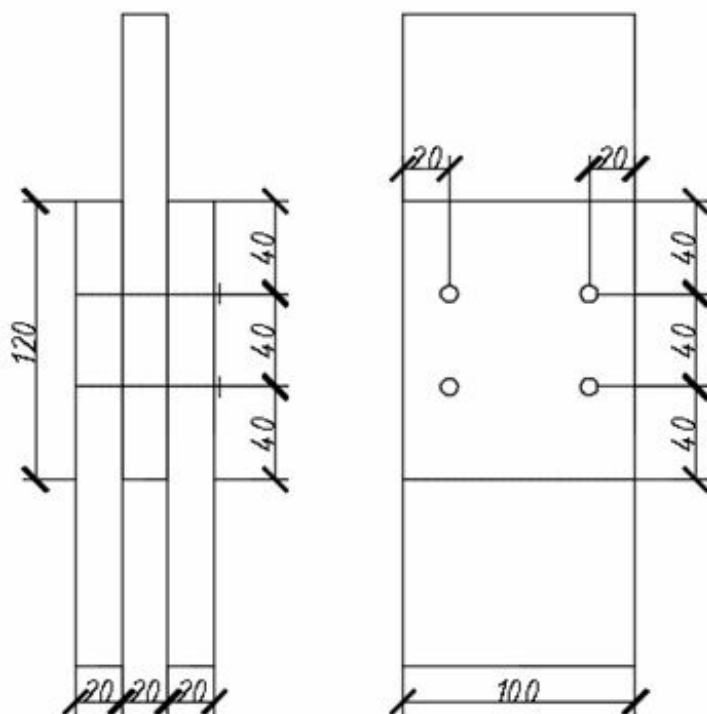


Рис. 6. Схема образца 8

Описание: Три доски скреплены саморезами, универсальными оцинкованными с потайной головкой и размерами 60x4 мм, как показано на рисунке (наслоение одной доски на другую составляет 120 мм, саморезы закручены так, чтобы расстояние от боковых граней составляло 20 мм, а шаг по вертикали составлял 40 мм) (рис.6).

Ход работы: Образец закрепляют в машине так, как показано на рисунке (рис. 7):



Рис. 7. Схема загрузки образца 8



Рис. 8. Фото закрепленного в машине образца

Методика исследования: эксперимент с использованием универсальной испытательной машины SHIMADZU AGS-X 300kN (рис. 8).

В ходе испытания был построен график зависимости силы, в результате действия которой происходит сдвиг в соединении, от хода центральной доски (рис. 9):

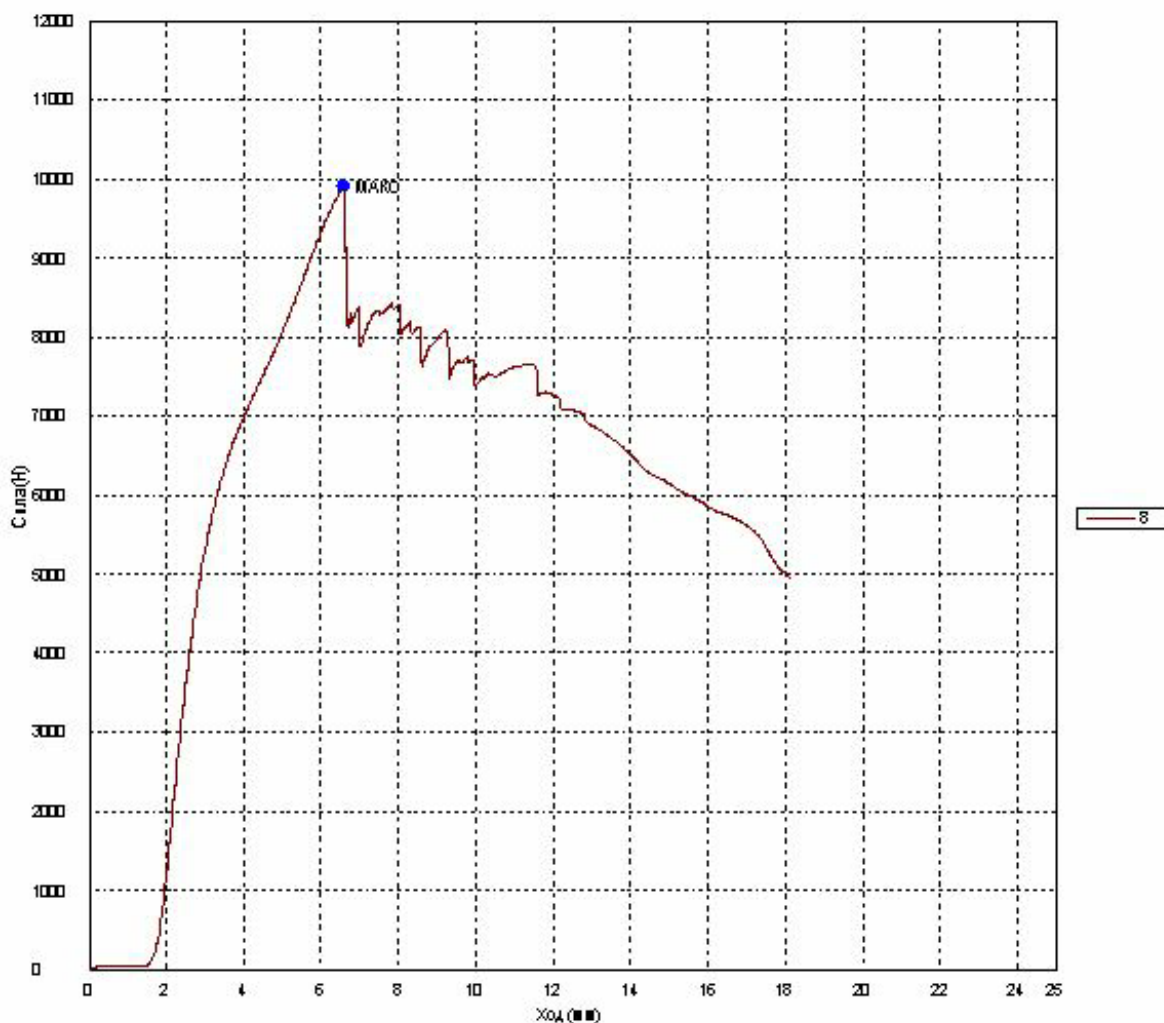


Рис. 9. График зависимости силы от хода

Результаты испытания до разрушения представлены в графической форме. По результатам максимальная нагрузка при разрушении образца 8 составила 9927.13 Н.

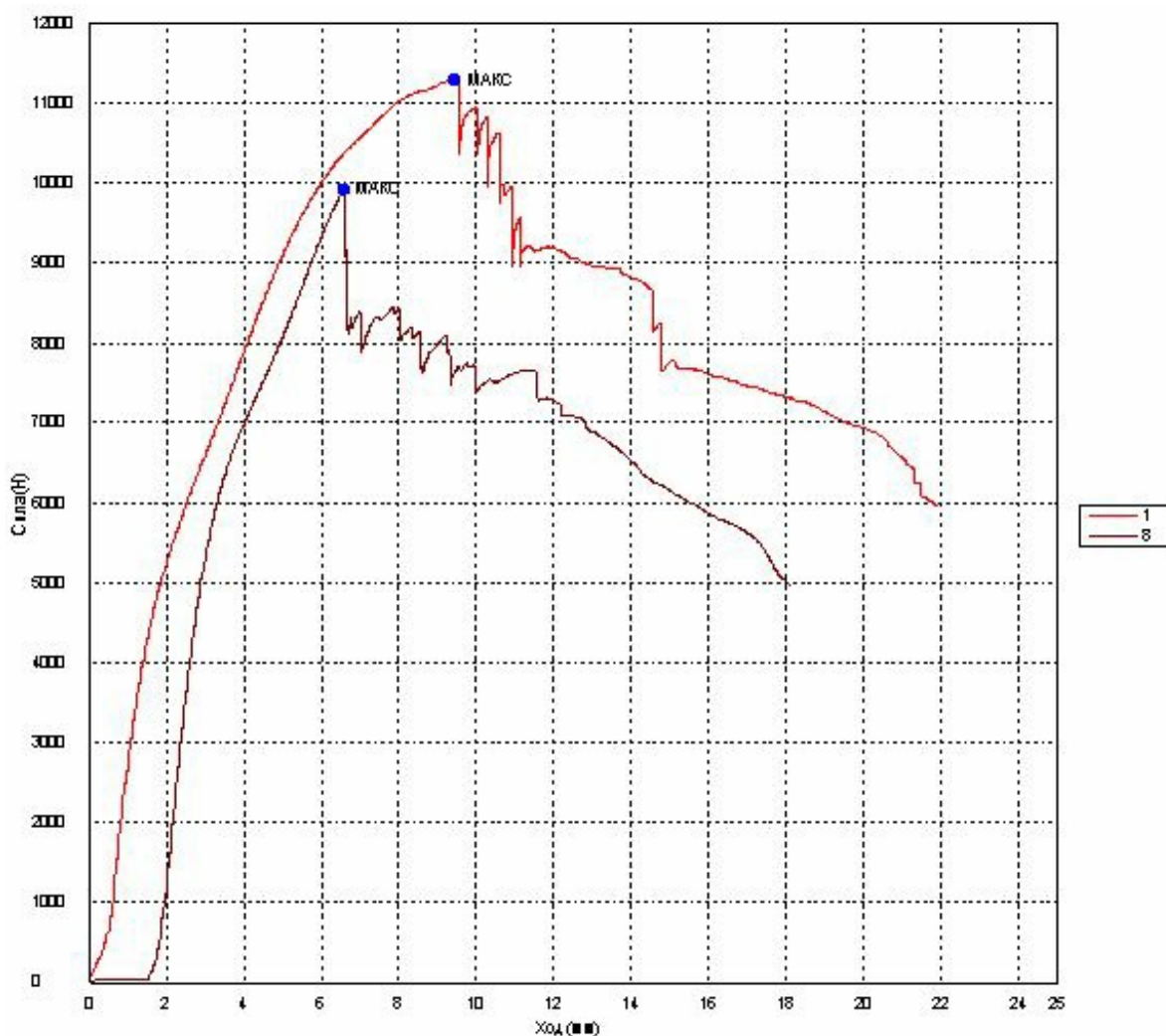


Рис. 10. Сравнительный график зависимости силы от хода

Исходя из сравнительного графика (рис. 10), была построена таблица (табл. 2) показаний разрушающей нагрузки, и было вычислено среднее арифметическое между показаниями максимальных разрушающих нагрузок.

Параметр	Номер образца	Максимальная сила
Единица		Н
Образец	1	11288.1
Образец	8	9927.13
Средний результат		10607.6

Табл. 2. Показания разрушающей нагрузки

Исходя из сравнительного графика (рис. 12), была построена таблица (табл. 2) показаний разрушающей нагрузки, и было вычислено среднее арифметическое между показаниями максимальных разрушающих нагрузок.

Вторая серия испытаний

Материалы: Доски строганные сечения 20X100 мм, саморезы, универсальные оцинкованные с потайной головкой.

Образец 2

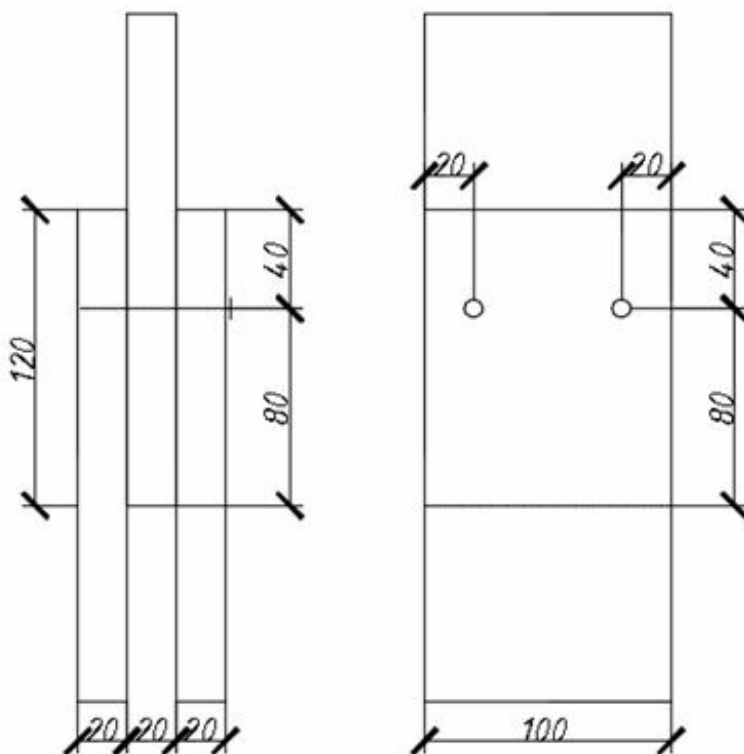


Рис. 11. Схема образца 2

Описание: Три доски скреплены саморезами, универсальными оцинкованными с потайной головкой и размерами 60x4 мм, как показано на рисунке (наслоение одной доски на другую составляет 120 мм, саморезы закручены так, чтобы расстояние от боковых граней составляло 20 мм, а расстояние от верхней грани составляет 40 мм) (рис. 11).

Ход работы: Образец закрепляют в машине так, как показано на рисунке (рис. 12):



Рис. 12. Схема загрузки образца 2

Методика исследования: эксперимент с использованием универсальной испытательной машины SHIMADZU AGS-X 300kN.

В ходе испытания был построен график зависимости силы, в результате действия которой происходит сдвиг в соединении, от хода центральной доски (рис. 13):

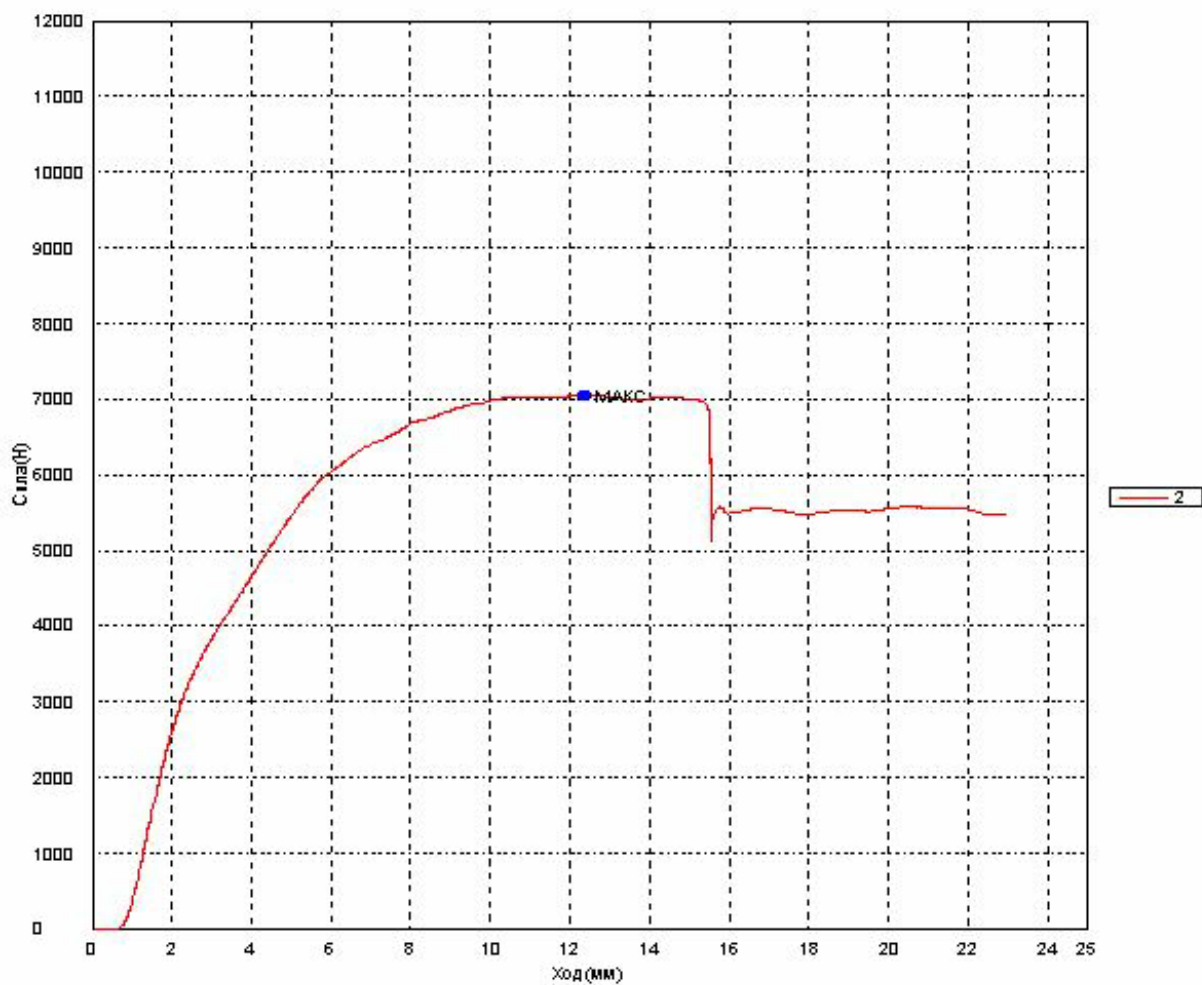


Рис. 13. График зависимости силы от хода

Результаты испытания до разрушения представлены в графической форме. По результатам максимальная нагрузка при разрушении образца 2 составила 7059 Н.

Образец 7

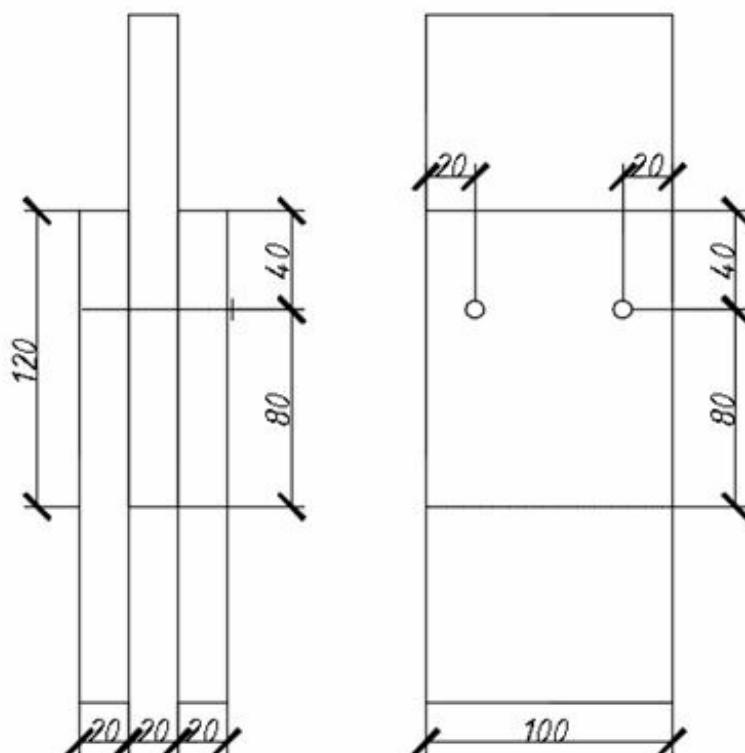


Рис. 14. Схема образца 7

Описание: Три доски скреплены саморезами, универсальными оцинкованными с потайной головкой и размерами 60x4 мм, как показано на рисунке (наслоение одной доски на другую составляет 120 мм, саморезы закручены так, чтобы расстояние от боковых граней составляло 20 мм, а расстояние от верхней грани составляло 40 мм) (рис. 14).

Ход работы: Образец закрепляют в машине так, как показано на рисунке (рис. 15):



Рис. 15. Схема загрузки образца 7

Методика исследования: эксперимент с использованием универсальной испытательной машины SHIMADZU AGS-X 300kN (рис. 16).



Рис. 16. Фото закрепленного в машине образца

В ходе испытания был построен график зависимости силы, в результате действия которой происходит сдвиг в соединении, от хода центральной доски (рис. 17):

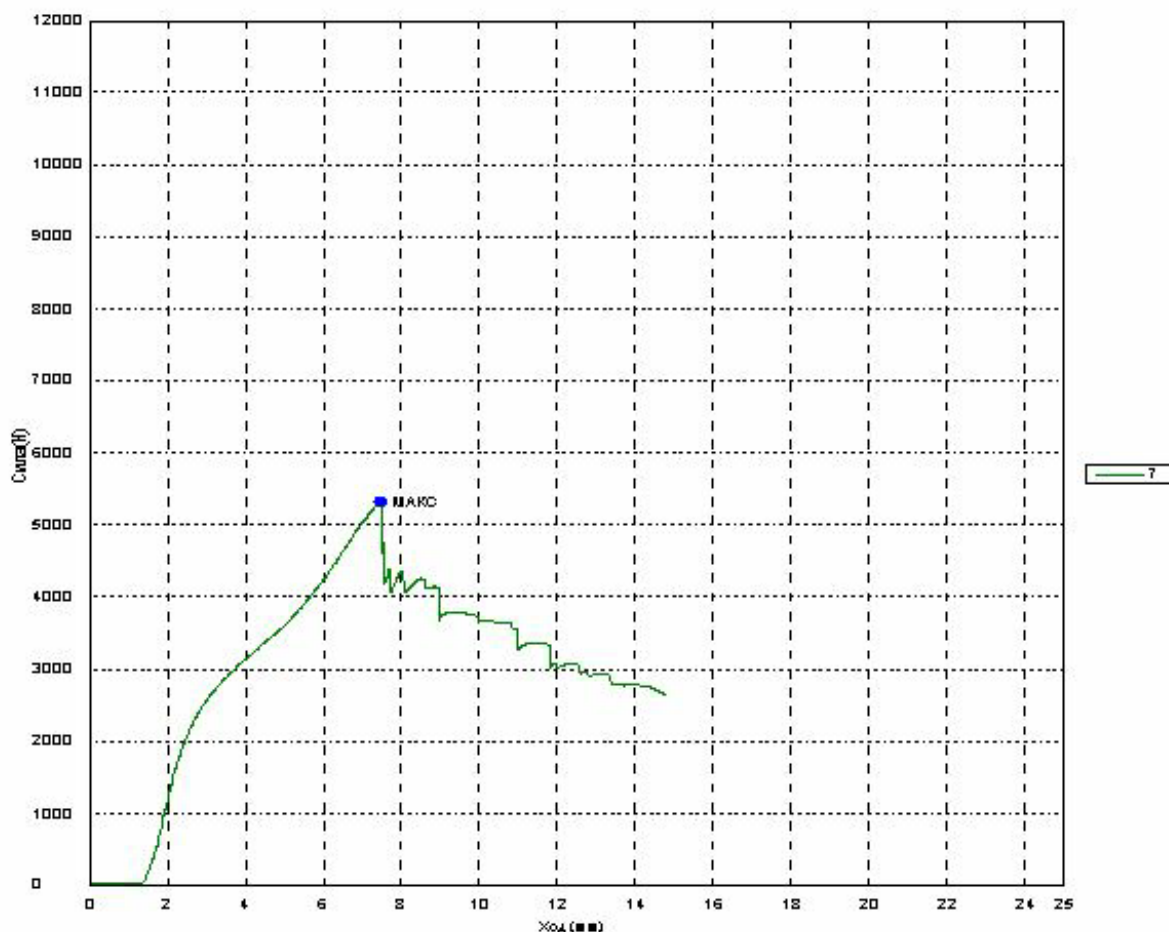


Рис. 17. График зависимости силы от хода

Результаты испытания до разрушения представлены в графической форме. По результатам максимальная нагрузка при разрушении образца 7 составила 5325.27 Н.

Также, была построена таблица (табл. 3) показаний разрушающей нагрузки, и было вычислено среднее арифметическое между показаниями максимальных разрушающих нагрузок.

Параметр	Номер образца	Максимальная сила
Единица		Н
Образец	2	7059
Образец	7	5325.27
Средний результат		6192.13

Табл. 3. Показания разрушающей нагрузки

Обсуждение и заключение

Исходя из теоретического описания данного процесса и формулы, которая прописана в Еврокод 5 “Проектирование деревянных конструкций” [2,3]:

$$F_{v,ef,Rk} = n_{ef} F_{v,Rk}$$

где $F_{v,ef,Rk}$ - нормативная несущая способность одного ряда нагелей, параллельного направлению волокон древесины;

n_{ef} - число нагелей в рассматриваемом ряду, параллельном направлению волокон древесины;

$F_{v,Rk}$ - нормативная несущая способность одного нагеля в рассматриваемом ряду.

Можно сделать вывод, что значение средней максимальной силы в первой серии опытов (F_{max1}) должно быть ровно в 2 раза больше, чем значение средней максимальной силы во второй серии опытов (F_{max2}).

Однако на практике это не так:

$$2F_{max2} \neq F_{max1}$$

$$2 \cdot 6192,13 \text{ Н} \neq 10607,6 \text{ Н}$$

Найдено противоречие теоретических формул, которые описывают это явление, и эмпирических значений. Из этого следует, что нужно продолжать данное исследование для выявления точной зависимости.

Благодарности

Авторы выражают благодарность доктору технических наук Колесникову Геннадию Николаевичу, оказавшему большую помощь консультациями и замечаниями, а также Захарову Николаю Анатольевичу за обучение управлению машиной.

Список литературы

1. Ягнюк Б.Н. Нормативно-техническая база по строительству стран Евросоюза и ее изучение на кафедре технологии и организации строительства Петрозаводского государственного университета // Научный руководитель.– 2018. № 1 (25). – С. 116-124..
2. Технический кодекс установившейся практики. ТКП EN 1995-1-1-2009 (02250). Еврокод 5. Проектирование деревянных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий (EN 1995-1-1:2008, IDT). – Минск. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь.– 2010. – 98 с.
3. Leiber T., Stensaker B., Harvey L. C. Bridging theory and practice of impact evaluation of quality management in higher education institutions: a SWOT analysis // European Journal of Higher Education. – 2018. – С. 1-15. <https://doi.org/10.1080/21568235.2018.1474782>

sheet of wooden elements compounds from the number of nuclears

MATSUEV Roman Aleksandrovich

academic baccalaureate, PetrSU (33, Lenin Str., 185000, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia), matzuev2012@yandex.ru

МЕХЕДА Maria Dmitrievna

academic baccalaureate, PetrSU (33, Lenin Str., 185000, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia), mary.may.69@yandex.ru

Ключевые слова:

wood structures
knots
shear
strength
pliability.

Аннотация: This article is devoted to finding the exact relationship between the readings of the breaking load and the number of fasteners in the connection of wooden elements during shear deformation. The relevance of the topic is due to the fact that issues related to the competent use of a renewable resource, such as wood, are raised in a complex stress state that arises everywhere.

Bibliography

1. Yagnyuk B.N. Normativno-tehnicheskaya baza po stroitel'stvu stran Evrosoyuza i ee izuchenie na kafedre tekhnologii i organizacii stroitel'stva Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta // Nauchnyj rukovoditel'. – 2018. № 1 (25). – S. 116-124..

2. Tekhnicheskij kodeks ustanovivshejsya praktiki. TKP EN 1995-1-1-2009 (02250). Evrokod 5. Proektirovanie derevyannyh konstrukcij. Chast' 1-1. Obschie pravila i pravila dlya zdaniy (EN 1995-1- 1:2008, IDT). – Minsk. Ministerstvo arhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus'. – 2010. – 98 s.

3. Leiber T., Stensaker B., Harvey L. C. Bridging theory and practice of impact evaluation of quality management in higher education institutions: a SWOT analysis // European Journal of Higher Education. – 2018. – S. 1-15. <https://doi.org/10.1080/21568235.2018.1474782>