



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рубцовский индустриальный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Пол-
зунова»
(РИИ АлтГТУ)

МИХАЙЛЕНКО О.А.

КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДЕРЕВА И ПЛАСТМАСС

**Методические указания к выполнению лабораторных работ для студен-
тов направления 08.03.01 "Строительство" всех форм обучения**

Рубцовск 2019

УДК 624

Михайленко О.А. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Конструкции из дерева и пластмасс" для студентов направления 08.03.01 "Строительство" всех форм обучения, Рубцовск, 2019, 22 с.

Содержат указания по выполнению студентами направления подготовки «Строительство» лабораторных работ по дисциплине «Конструкции из дерева и пластмасс».

Рассмотрены и одобрены

на заседании каф. СиМ

РИИ АлтГТУ

Протокол № 7 от 07.06.2019

Рецензент:

доцент каф. СиМ

к.т.н., доцент А.А. Денисенко

Содержание

Тема №1 Определение влажности древесины. Определение прочностных характеристик древесины.....	4
Тема №2 Определение упругих характеристик древесины	10
Тема №3 Исследование НДС сжатого деревянного стержня	13
Тема №4 Исследование соединений деревянных конструкций	21

Лабораторные работы

№ темы	Название лабораторных и расчетно-графических работ и их содержание
1	Определение влажности древесины. Определение прочностных характеристик древесины.
2	Определение упругих характеристик древесины
3	Исследование НДС сжатого деревянного стержня
4	Исследование соединений деревянных конструкций

ГОСТЫ

1. ГОСТ 16483.1-84. Древесина. Метод определения плотности. – М. : Изд-во стандартов, 1985.
2. ГОСТ 16483.3-84. Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе. – М. : Изд-во стандартов, 1985.
3. ГОСТ 1648.1.7-71. Древесина. Методы определения влажности. – М. : Изд-во стандартов, 1986.
4. ГОСТ 16483.23-71. Древесина. Метод определения предела прочности при растяжении вдоль волокон. – М. : Изд-во стандартов, 1974.
5. ГОСТ 2140-81. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. – М. : Изд-во стандартов, 1982.
6. ГОСТ 16483.5-73. Древесина. Методы определения предела прочности при скалывании вдоль волокон. – М. : Изд-во стандартов, 1974.
7. ГОСТ 16483.10-73. Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон. – М. : Изд-во стандартов, 1974.
8. ГОСТ 16483.11-72. Древесина. Методы определения условного предела прочности при смятии поперек волокон. – М. : Изд-во стандартов, 1973.

Тема 1 Определение влажности древесины. Определение прочностных характеристик древесины.

Работа выполняется в соответствии с ГОСТ 16483.7-71* «Древесина. Методы определения влажности.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ДРЕВЕСИНА

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ

ИПК Издательство стандартов
Москва

Содержание

- [1. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ПРИВЕДЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПЫТАНИЙ К ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРИ СТАНДАРТНОЙ ВЛАЖНОСТИ](#)
- [2. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ](#)
[ПРИЛОЖЕНИЕ 1 РекомендуютоеПРОТОКОЛОпределения](#)
[влажности для приведения показателей физико-механических](#)
[испытаний древесины к показателям при стандартной влажности](#)
[ПРИЛОЖЕНИЕ 2 РекомендуютоеПРОТОКОЛОпределения](#)
[влажности древесины](#)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ДРЕВЕСИНА

ГОСТ

16483.7-71*

Метод определения влажности

Wood Methods for determination of moisture content

Взамен

ГОСТ 11486-65

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 6.12.71 № 1982 дата введения установлена

01.01.73

Ограничение срока действия снято во протоколу № 4-93 Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 4-94)

Переиздание (сентябрь 1999г.) с Изменениями № 1, 2, 3, утвержденными в декабре 1977 г., июле 1983 г. и феврале 1988 г. (ИУС 2-78, 10-83, 5-88)

Настоящий стандарт распространяется на древесину и устанавливает два метода определения абсолютной влажности с погрешностью не более 0,1 % для приведения показателей физико-механических испытаний образцов к показателям при стандартной влажности и с погрешностью не более 1 % для определения влажности древесины.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2, 3)

1. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ПРИВЕДЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПЫТАНИЙ К ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРИ СТАНДАРТНОЙ ВЛАЖНОСТИ

1.1. Аппаратура и материалы

Весы аналитические с погрешностью взвешивания не более 0,001 г.

Сушильный шкаф, обеспечивающий высушивание древесины при $(103 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Бюксы с притертыми крышками

Эксикаторы с безводным хлористым кальцием или серной кислотой концентрацией не

ниже 94 % (плотностью 1840 кг/м³).

(Измененная редакция, Изм. № 1, 3).

1.2. Подготовка к испытанию

1.2.1. Форма, размеры и порядок отбора проб из образцов, а также минимальное число проб указаны в стандартах на соответствующие методы испытаний.

На пробы переносят марки образцов, из которых они взяты.

1.2.2. Бюксы нумеруют и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

1.3. Проведение испытания

1.3.1. Пробы на влажность, очищенные от заусенцев и опилок, закладывают в бюксы и взвешивают с погрешностью не более 0,001 г.

1.3.2. Пробы, находящиеся в бюксах со снятыми крышками, помещают в сушильный шкаф с температурой (103±2) °С. Высушивание проверяют повторными взвешиваниями двух-трех проб.

Первое взвешивание при высушивании мягких пород выполняют не ранее чем через 6 ч после начала высушивания, а при высушивании твердых пород - не ранее 10 ч. Повторные взвешивания выполняют через 2 ч. Высушивание считается законченным, когда разность между двумя последними взвешиваниями будет не более 0,001 г.

(Измененная редакция, Изм. № 3).

1.3.3. Перед взвешиванием бюксы с пробами закрывают крышками и охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе с гигроскопическим веществом.

1.3.4. Пробы из смолистой древесины хвойных пород не следует сушить в шкафу свыше 20 ч.

1.4. Обработка результатов

1.4.1. Влажность пробы (*W*) в процентах вычисляют с округлением не более 0,1 % по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \cdot 100,$$

где *m*₀ - масса бюксы, г;

*m*₁ - масса бюксы с пробой до высушивания, г;

*m*₂ - масса бюксы с пробой после высушивания, г.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

1.4.2. Статистическую обработку опытных данных выполняют по [ГОСТ 16483.0-89](#).

1.4.3. Результаты испытаний и расчетов заносят в протокол (см. [приложение 1](#)).

2. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

2.1. Аппаратура и материалы

Весы с погрешностью взвешивания не более 0,01 г.

Сушильный шкаф, обеспечивающий высушивание древесины при (103±2) °С.

Эксикаторы с гигроскопическим веществом, высушивающим воздух до состояния, близкого к абсолютно сухому.

2.2. Подготовка к испытанию

2.2.1. Образцы изготавливают в форме прямоугольной призмы с основанием 20×20 мм и высотой вдоль волокон 30 мм.

Определение влажности допускается проводить на образцах, изготовленных для других испытаний, или на пробах, вырезаемых из них. Пробы должны удовлетворять требованиям [п. 1.2.1](#).

2.2.2. Точность изготовления, влажность и количество образцов должны соответствовать [ГОСТ 16483.0-89](#).

2.3. Проведение испытания

2.3.1. Образцы взвешивают с погрешностью не более 0,01 г и помещают в сушильный шкаф с температурой (103 ± 2) °С. Высушивание выполняют в соответствии с требованиями п. 1.3.2 настоящего стандарта и считают законченным, когда для каждого контрольного образца разность между результатами двух последних взвешиваний будет не более 0,01 г.

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

2.3.2. Образцы из смолистой древесины хвойных пород не следует сушить в шкафу свыше 20 ч.

2.3.3. Образцы, высушенные и охлажденные до комнатной температуры в эксикаторах с гигроскопическим веществом, взвешивают с погрешностью согласно п. 2.3.1.

2.4. *Обработка результатов*

2.4.1. Влажность образцов (W) в процентах вычисляют с округлением не более 1 % по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100,$$

где m_1 - масса образца до высушивания, г;

m_2 - масса образца после высушивания, г.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

2.4.2. Статистическую обработку опытных данных выполняют по [ГОСТ 16483.0-89](#).

2.4.3. Результаты испытаний и расчетов заносят в протокол (см. приложение 2).

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое*

ПРОТОКОЛ

определения влажности для приведения показателей физико-механических испытаний древесины к показателям при стандартной влажности

Порода _____ Температура воздуха, °С _____
Степень насыщенности воздуха, % _____

Маркировка пробы	Номер бюксы	Масса, г					Влажность древесины, %
		пустой бюксы	бюксы с пробой до высушивания	бюксы с пробой после высушивания	испарившейся воды	абсолютно сухой древесины	

« _____ » _____ 19 ____ г.

Личная подпись _____

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое*

ПРОТОКОЛ

определения влажности древесины

Порода _____ Температура воздуха, °С _____
Степень насыщенности воздуха, % _____

Маркировка образца	Масса, г			Влажность древесины, %
	образца до высушивания	образца после высушивания	испарившейся воды	

« _____ » _____ 19 ____ г.

Личная подпись _____

Для определения влажности древесины можно также использовать измеритель влажности древесины и строительных материалов по ГОСТ 16588, 21718 влагомер -МГ4У.

Определение прочностных характеристик древесины

Цель работы – определение расчетных сопротивлений древесины при сжатии и местном смятии поперек волокон, скалывании и растяжении вдоль волокон.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

При действии сжимающих нагрузок поперек волокон в большинстве случаев не удается обнаружить разрушения, поэтому ограничиваются определением предела пропорциональности, который принимается за условный предел прочности.

Различают два вида испытаний – на сжатие и местное смятие поперек волокон. При первом виде испытаний нагрузка прикладывается равномерно по всей поверхности образца, а при втором – по всей ширине, но лишь на части длины.

Условный предел прочности при сжатии поперек волокон в среднем для всех пород примерно в 10 раз меньше предела прочности при сжатии вдоль волокон. Предел прочности при местном смятии из-за дополнительного сопротивления изгибу волокон оказывается выше, чем при сжатии по всей поверхности.

1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

Для испытаний на сжатие изготавливаются образцы в виде прямоугольной призмы основанием 20x20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм при сжатии по всей поверхности и длиной 60 мм при местном смятии.

У образца для испытания на сжатие измеряется длина b и на половине длины ширина a , с точностью до 0,1 мм. У образца для испытания на местное смятие измеряется с той же точностью только его ширина a , средняя ширина пуансона $b = 18$ мм.

Для испытаний используется специальное приспособление. Образец нагружают со скоростью $1 \pm 0,2$ кН/мин. Через каждые 0,2 кН для древесины мягких пород и через 0,4 кН для твердых пород, не прекращая нагружения, измеряют деформацию образца. Испытание продолжается до превышения условного предела прочности, что характеризуется резким увеличением деформации. Показания индикаторов в процессе нагружения образцов заносятся в таблицу. На рисунке 1 показан график определения условного предела прочности древесины при сжатии поперек волокон.

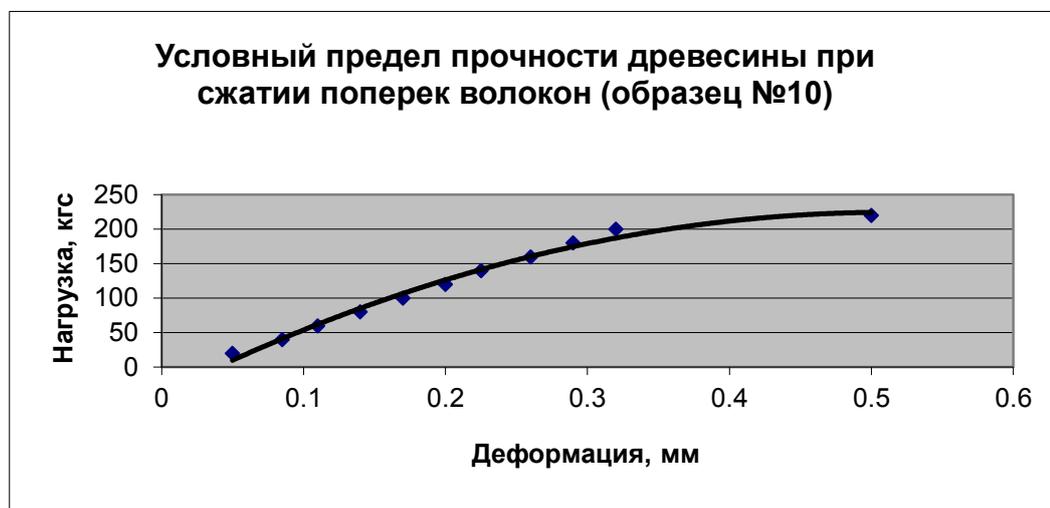


Рис.1 Определения условного предела прочности древесины при сжатии поперек волокон

Нагрузка F_{max} , соответствующая условному пределу прочности, определяется по диаграмме сжатия поперек волокон как ордината точки, в которой отступление от линейной зависимости между нагрузкой и деформацией достигает такой величины, что тангенс угла, образованного осью нагрузок и касательной к графику $F - \Delta U$, увеличивается на 50% своего значения, соответствующего прямолинейному участку графика, т.е. $tg\beta / tg\alpha > 1,5$. Форма и размеры образцов на скалывание должны соответствовать рис. 3. Толщину образца и длину скалывания измеряют штангенциркулем по ожидаемой плоскости скалывания с погрешностью не более 0,1 мм.

Образец помещают в приспособление для испытания на скалывание. Подвижную опору подводят до соприкосновения с образцом. Нагрузку на образец передают через нажимную призму с шаровой опорой. Образец нагружают равномерно с постоянной скоростью нагружения или постоянной скоростью перемещения нагружающей головки машины. Скорость должна быть такой, чтобы образец разрушился через $(1,0 \pm 0,5)$ мин с момента нагружения. При использовании машины с электромеханическим приводом допускается проводить нагружение образца равномерно со скоростью (4000 ± 1000) Н/мин или проводить испытания при скорости перемещения нагружающей головки испытательной машины 4 мм/мин, при условии достижения предела прочности при скалывании вдоль волокон в указанный интервал времени. Максимальную нагрузку P измеряют с погрешностью не более 10 %.

Образцы для испытаний на растяжение имеют форму плиты длиной 350 мм и шириной 20 мм, с утончением сечения до 4 мм (рис. 4). Все поверхности образцов должны быть гладко остроганы точно под угольник. Годичные слои на торцевых поверхностях об-

разцов должны быть параллельны одной паре противоположных граней и перпендикулярны другой.

Испытания проводятся с помощью приспособления, обеспечивающего равномерное приложение усилий по поверхности утолщенной части образца. Образец помещают в захваты так, чтобы часть каждой головки, граничащая с закруглением, оставалась свободной на протяжении 20 – 25 мм, а растягивающая нагрузка совпадала с продольной геометрической осью образца. Скорость испытания должна быть такой, чтобы образец разрушился в течение от 1,5 до 2 мин с момента нагружения. При использовании машин с электромеханическим приводом допускается нагружать образец равномерно со скоростью 15 ± 4 кН/мин или проводить испытание при скорости перемещения одной из нагружающих головок испытательной машины 10 мм /мин.

Испытания проводят до разрушения образца. Максимальную нагрузку определяют с точностью до цены деления шкалы силоизмерителя. Результаты испытаний образцов, разрушившихся не по рабочей части, не учитывают.

Тема 2 Определение упругих характеристик древесины

Для определения упругих характеристик древесины (модулей упругости, коэффициентов поперечной деформации, модулей сдвига) можно использовать метод электрического тензометрирования и соответствующее оборудование: микропроцессорную многоканальную тензометрическую систему ММТС - 64.01, динамометры, резисторы КФ5Р5 – 10 – 200 – А – 12.

На стандартные деревянные образцы наклеивают тензорезисторы (рис.2)



Рис. 2 Деревянные образцы с тензорезисторами для определения упругих характеристик

Представлен пример текстового файла по определению модуля упругости древесины вдоль волокон (с зафиксированными отсчетами показаний датчиков):

D:\экспер\Модуль упругости0.dbf

упругости90.dbf

упругости90.dbf

30 4 11:26 Значения в единицах тарировки: кг, кгс/мм², град цельсия и т.д.

Адрес	24	26
Диапазон	252	252
Прогр-ма	40	40
К_тензоч	2,35	2,35
Материал	0	0
Мод_упр	10000	10000
Тип	0	0
К_чувств	1,00	1,00
Смещен_0	1,00	1,00
Номинал	202	202
Номер_д	1	2
Кусилен	2577	2577
11:27:05		
11:27:42	-1,910	-0,777
11:28:21	-7,786	-2,308
11:29:00	-2,016	-0,581
11:29:35	-7,721	-2,291
11:30:21	-2,032	-0,630
11:30:58	-7,745	-2,398

11:31:37 -2,130 -0,614

11:32:12 -7,835 -2,373

11:32:45 -1,975 -0,704

11:33:30 -7,860 -2,357

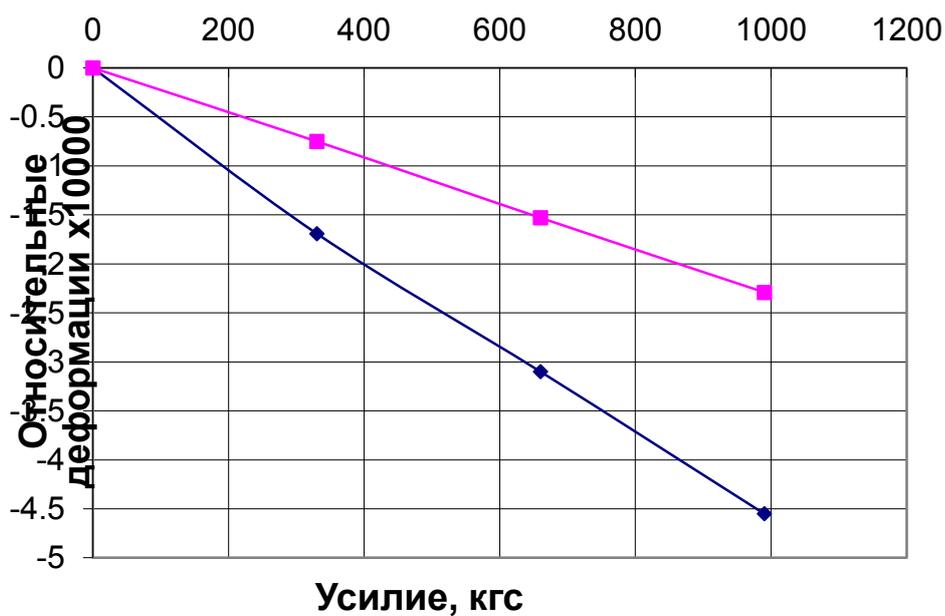
11:34:08 -1,959 -0,630

11:34:46 -7,884 -2,275

11:35:30 -1,983 -0,638

11:36:05 -7,860 -2,381

Отсчеты датчиков можно обрабатывать с помощью программы MicrosoftOffice (Excel) (рис.3).



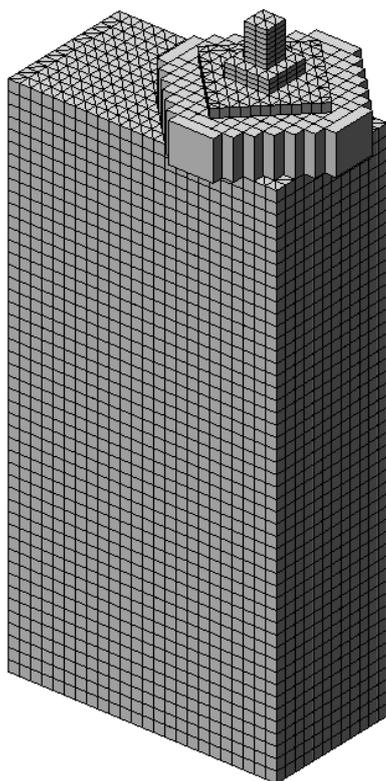
Тема 3. Исследование НДС сжатого деревянного стержня

Работа проводится с использованием автоматизированного средства: ПК LIRA.

Пример:

На основе исходных данных создать объемную расчетную модель оголовка деревянной колонны, испытывающего местное давление от опорной реакции вышележащей конструкции покрытия.

Исходные данные



$$l - \text{пролет} = 40 \text{ м}; b - \text{шаг рам} = 6 \text{ м}; q - \text{нагрузка} = 2000 \left[\frac{\text{КГ}}{\text{М}^2} \right];$$

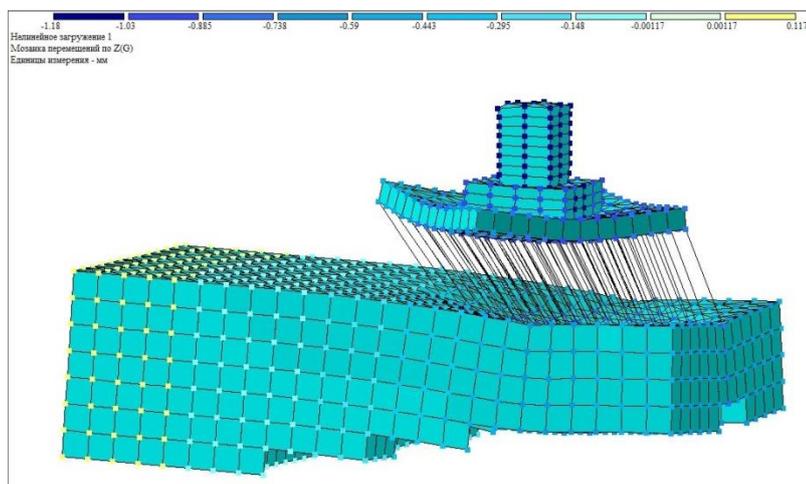
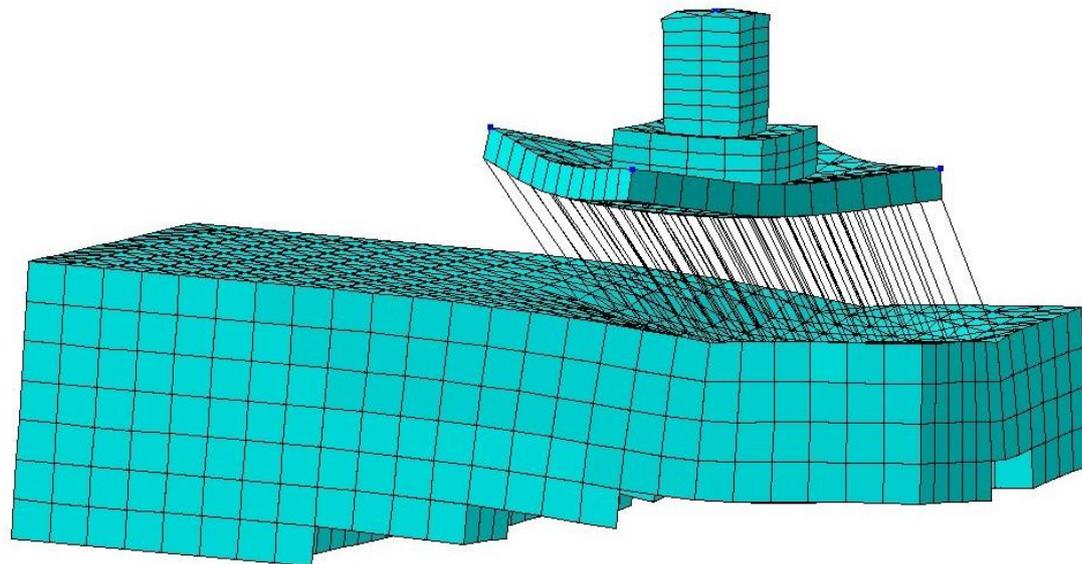
$$h - \text{высота} = 0,6 \text{ м}; b - \text{ширина} = 0,3 \text{ м}; 2h = 1,2 \text{ м};$$

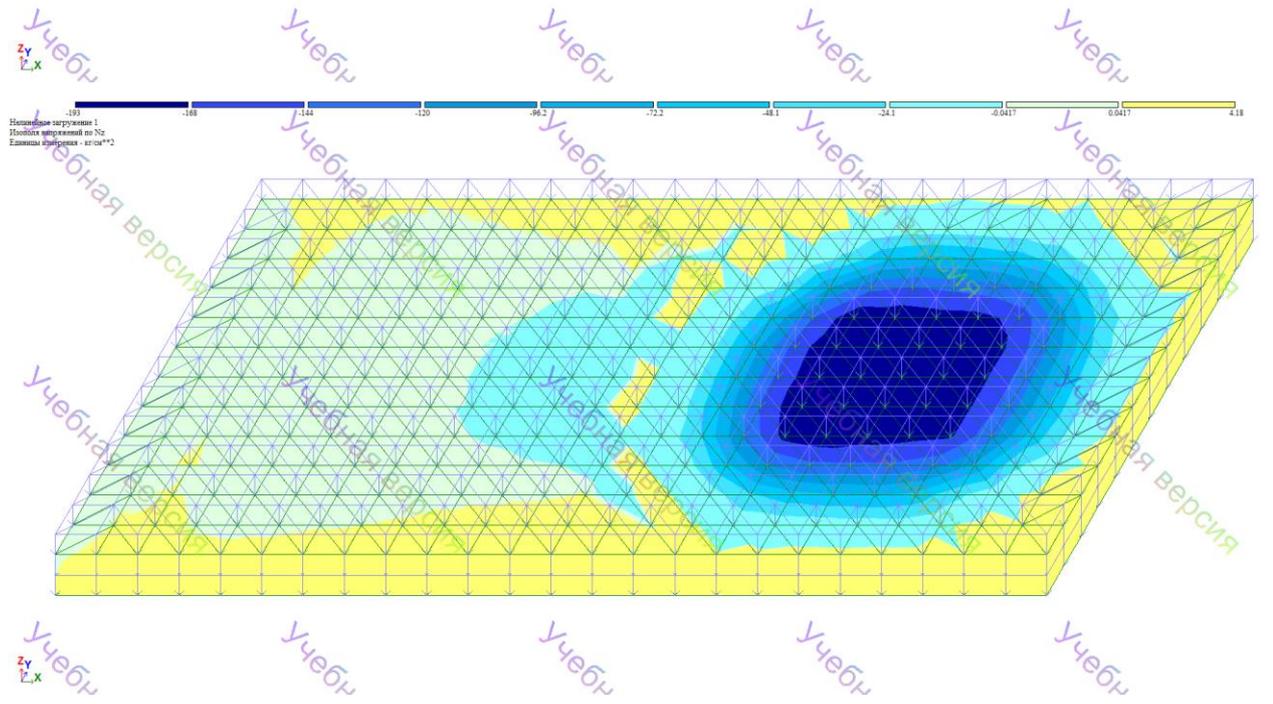
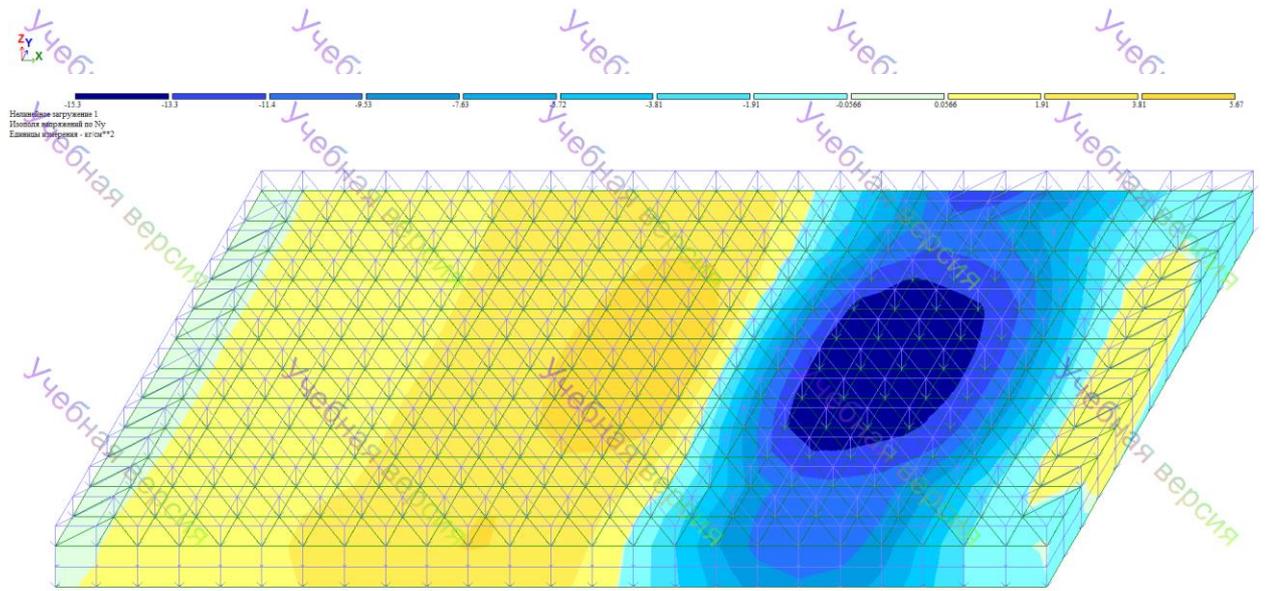
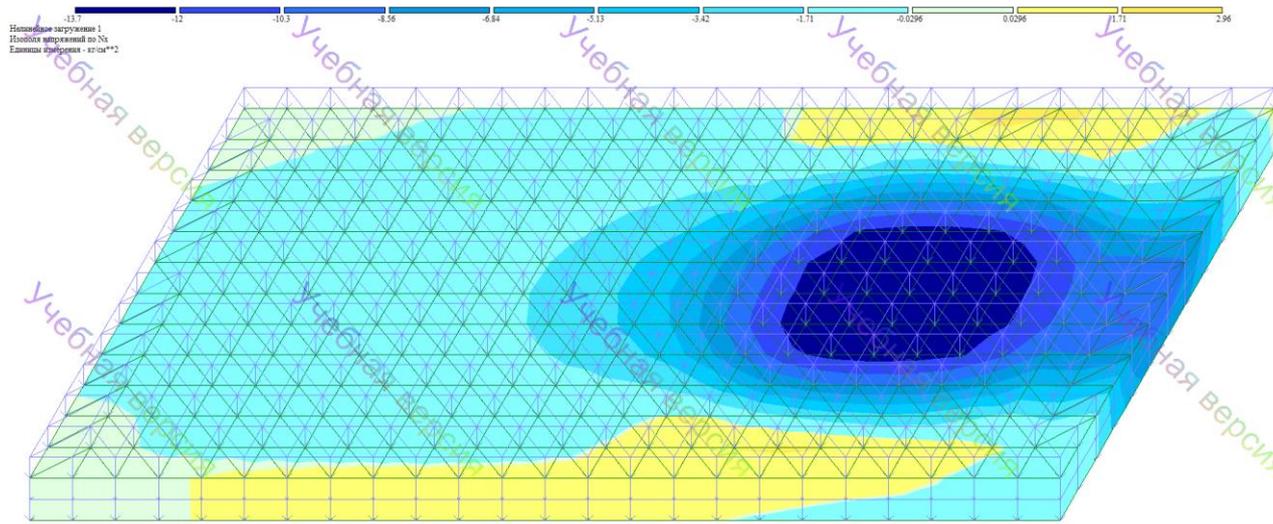
$$R - \text{опорная реакция} = 57,33 \text{ т.}$$

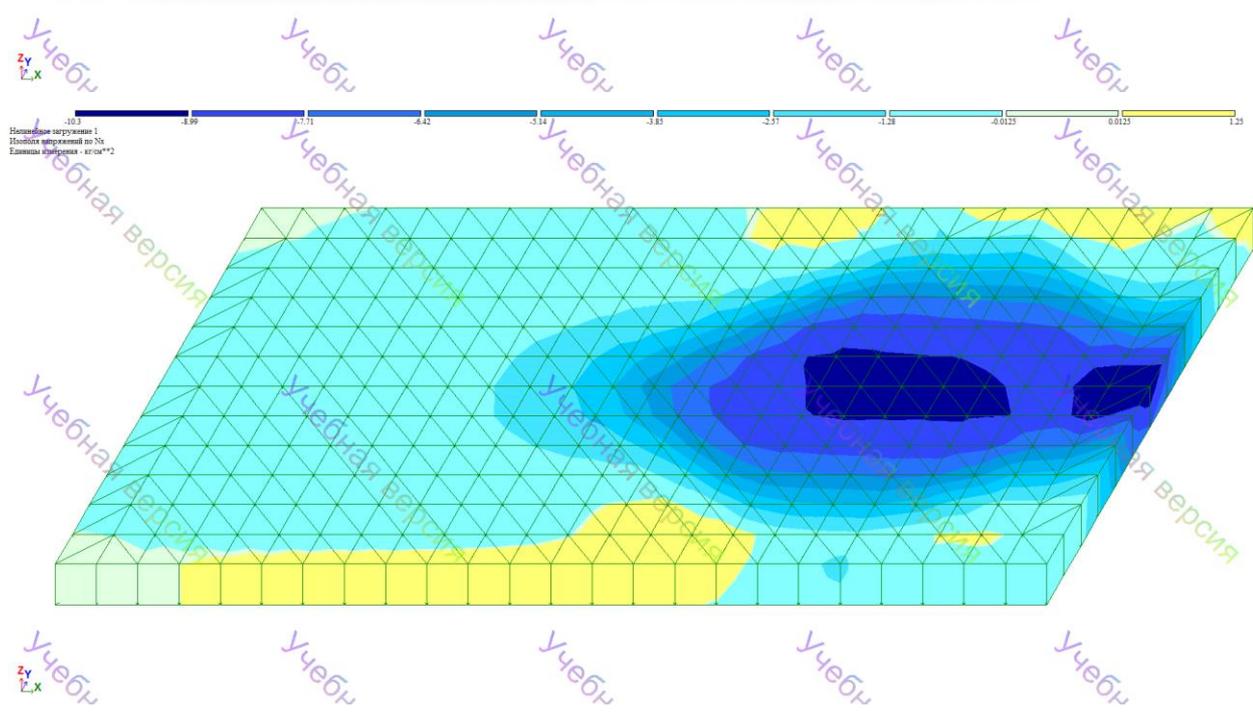
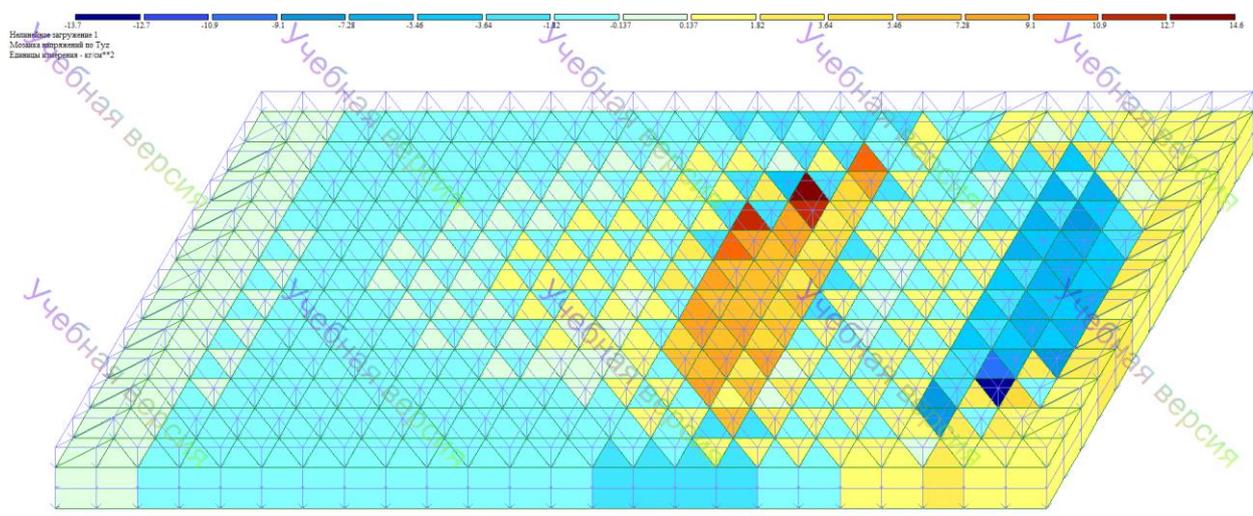
На торце деревянного элемента смоделируем шайбу с переменнo-изгибной жесткостью, параметры которой (конфигурация в плане) подбираем из расчета древесины на смятие вдоль волокон. В случае необходимости будем варьировать толщиной пластины, чтобы добиться исчезновения концентраторов напряжений в древесине, тем самым обеспечим жесткость. На зоне контакта "шайба - древесина" используем 2х-узловые геометри-

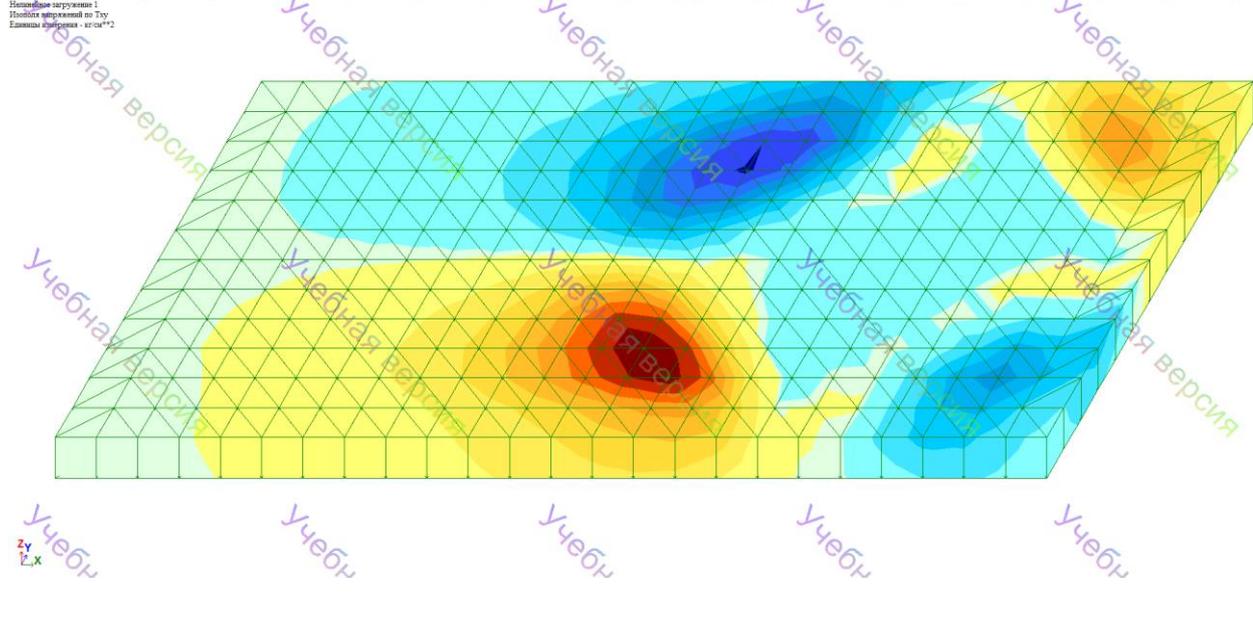
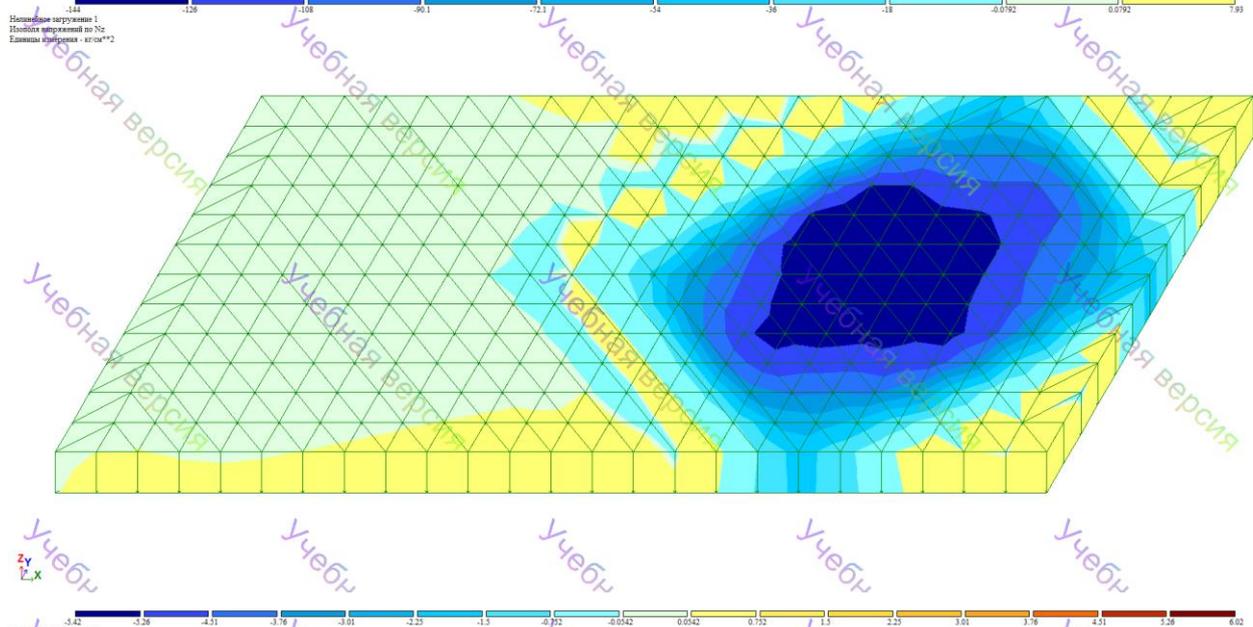
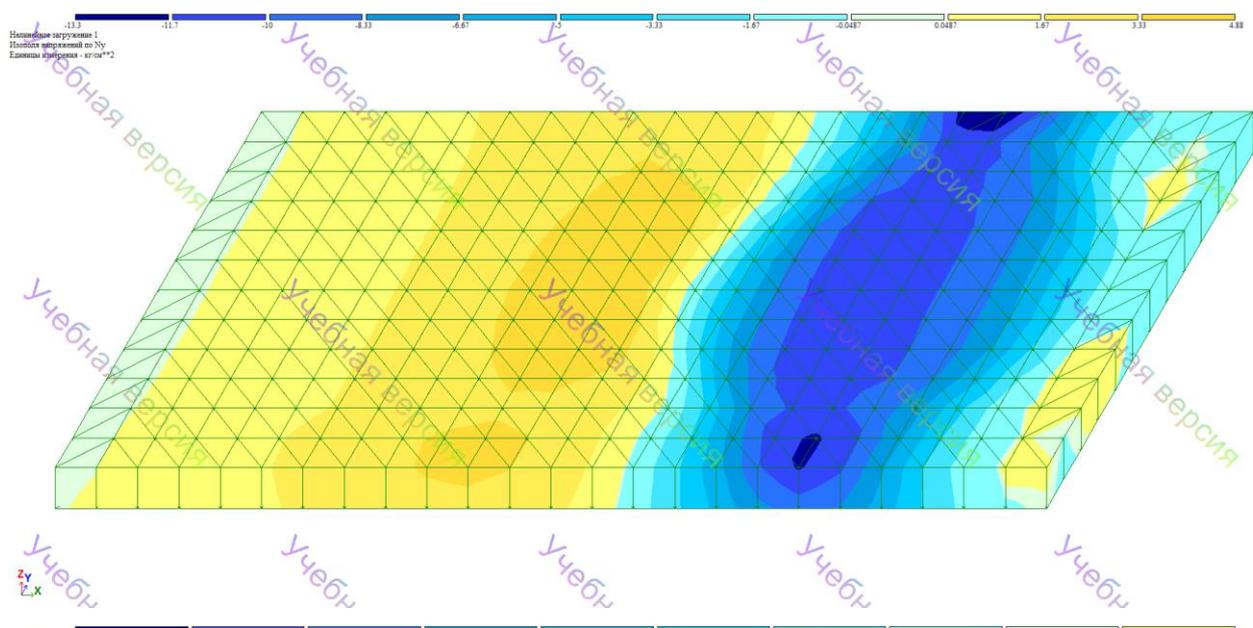
чески нелинейные конечные элементы упругой односторонней связи на сжатие. учитываем анизотропию древесины. Задав связи, жесткости, назначив нагрузку

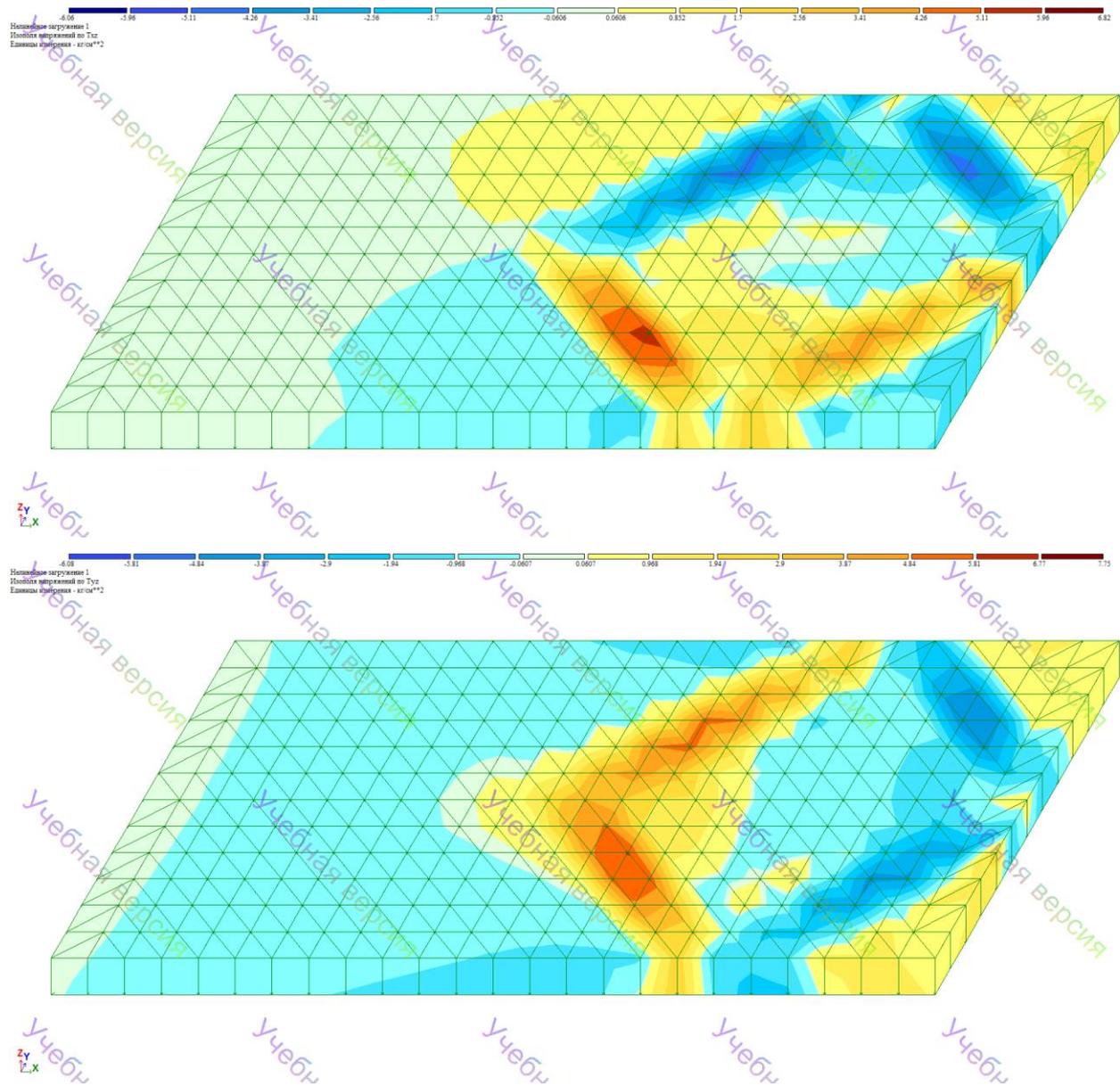
и рассчитав, получим следующие результаты:











Вывод: Исходя из результатов расчета на зоне контакта «шайба-древесина» происходит исчезновение крайних и промежуточных стержней, т.е. происходил отрыв, добавив толщину маленькой пластинки, при повторном решении отрыв связей происходил, но уже только в крайних стержнях. Перемещения на площадке древесины небольшие 1,18мм, что меньше допустимого. Максимальные изгибные напряжения на верхушке шайбы превышает допустимое – это говорит о концентрации изгибных напряжений, но на самой деревянной площадке нормальные изгибные напряжения не превышают допустимого, так же как и касательные напряжения так же не превышают допустимого значения.

Тема 4. Исследование соединений деревянных конструкций

ИСПЫТАНИЕ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ

Цель работы: исследование работы соединения и характер его разрушения.

Оборудование: пресс, линейка, индикаторы, клей, ацетон.

Образцы: пластины площадью приблизительно 10×20 см толщиной 2-4 см с продольной ориентацией волокна.

До начала работы образцы измеряют и заблаговременно склеивают. Перед склейкой поверхности образцов острогиваются или

обрабатываются наждачной бумагой и очищаются ацетоном. Пакет склеиваемых образцов зажимается струбциной без смещения. Необходимо, чтобы крайние пластины в пакете были строго одинаковой толщины и высоты.

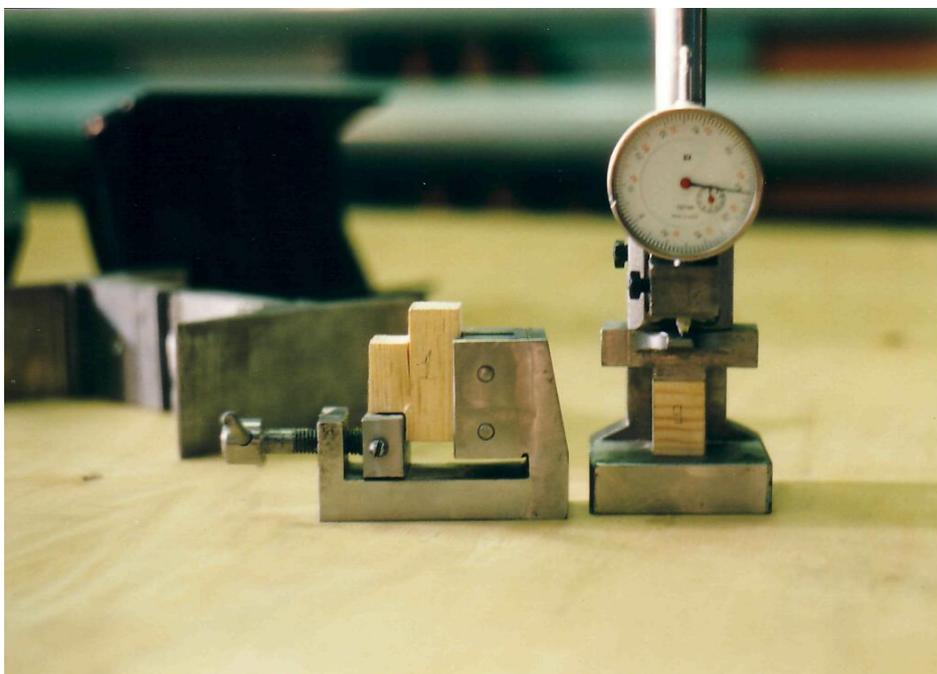


Рис. 10. Образцы для испытаний (клеяного соединения на сдвиг, на сжатие)

Для анализа характера работы соединения изготавливаются несколько соединений с использованием различных клеев.

Ход работы. Образец строго центрированно устанавливается под пресс и крепится. Испытания проводят до полного разрушения образца. Необходимо помнить, что характер разрушения образца – хрупкий.

По результатам испытаний строится совмещенный график характер работы соединений ($\xi = f(\sigma)$), на котором отмечается характеристика материала $R_{ск}$, делается вывод о возможных вариантах разрушения, зарисовывается разрушенный образец.

По результатам испытаний клеевого соединения строится график работы $\Delta = f(P)$ и делается вывод о характере разрушения соединений.